

UNIVERSITÉ ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



L'excellence ma référence

UFR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE

Master : Espaces, Sociétés et Développement

Spécialité : Environnement et Développement

Mémoire de Master

AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICILES ET GESTION DE L'EAU DANS LES BANANERAIES DE LA ZONE DE GOULOUMBOU (TAMBACOUNDA)

Présenté et soutenu par :

ABDOULAYE DIALLO

Sous la direction de :

Professeur OUMAR SY

Devant le jury composé de :

Prénom(s) et Nom	Grade	Qualité	Établissement
Pr. Tidiane SANÉ	Maitre de Conférences	Président	UASZ
Dr. Seydou BADJI	Chef de projet	Membre	AVSF
Dr. Cheikh Tidiane WADE	Assistant	Membre	UASZ
Pr. Oumar SY	Professeur Titulaire	Directeur de mémoire	UASZ

Année universitaire 2020-2021

DÉDICACES

A mes très chers parents, je dédie ce travail.

Merci pour l'éducation et les valeurs que vous m'avez inculquées dès ma tendre enfance. Ces valeurs qui m'ont permis, depuis 2008, de vivre loin de vos regards, à la quête du savoir, sans pour autant oublier mes objectifs et s'égarer, malgré les innombrables tentations. De Nguène à Ziguinchor, en passant par Gouloumbou et Tamba, je suis aujourd'hui l'auteur d'un document dont vous êtes les sources.

Papa, maman, les efforts, consentis sur ma modeste personne, ne peuvent être vains. Prions qu'Allah, par sa grâce, nous accorder un meilleur avenir.

Longue vie à vous.

A toute ma famille,

Mes deux frères, Daouda et Moustapha et mes trois sœurs Diaraye, Ousmane et Ismaila, vos contributions dans mes études ne sont pas négligeables. Trouvez ici toute ma gratitude.

REMERCIEMENTS

A mon encadreur, le Professeur Oumar Sy, merci d'avoir accepté volontiers d'accompagner ce travail. Et merci pour la rigueur scientifique et intellectuelle que vous avez fournie pour la réalisation de ce document. Tous mes respects professeur. Je remercie également les membres du jury (Pr Sané, Dr Badji et Dr Wade) pour avoir accepté d'évaluer ce travail et lui doter son statut scientifique.

M. Benjamin Diatta et M. Raoul Preira, mes deux enseignants à l'école primaire, trouvez ici toute ma reconnaissance. Soyez infiniment remerciés.

A la famille Watt de Gouloumbou, vous êtes ma deuxième famille. Qu'Allah vous accorde sa bénédiction.

À ma famille de Ziguinchor, merci pour l'accueil et l'amour. Vibrant hommage à maman Marliatou. Qu'Allah lui accorde sa miséricorde dans l'au-delà. Mes chaleureux remerciements à ses enfants et à grand-mère Aminatou. Que Dieu vous protège. Mention spéciale à tante Adama et tante Aissatou.

A Estella Faris, merci du fond du cœur pour tes conseils, orientations et services. Avec ta présence morale, j'ai rédigé ce mémoire.

A mes amis Ibrahima Sow, Mamadou Sellou Sow, Tidiane Watt, Lassana Kanté, Thierno Mountagha, Luc Youba Diouf, Boubacar Coulibaly, Mamadou Aly Ba, ce document est le vôtre.

A Thierno Seydou Nourou Sy (TSNSY), Modou Mbaye, Issakha Yattabaré, trois amis depuis la 2nd S'G qui continuent toujours de m'inspirer, trouver ici l'expression de mes sentiments amicaux à votre égard.

Merci à Serigne Dieng et à Alpha Diédhiou d'avoir accepté de relire ce document.

Ma reconnaissance va aussi à l'endroit de Babacar Séné et Ousmane Diallo pour m'avoir soutenu et orienté depuis mon statut de bachelier. Les performances de mon cursus sont en quelque sorte le reflet de cette intégration précoce et parfaite.

A tous mes professeurs du CEM de Gouloumbou et du lycée Mame C. Mbaye. Je vous exprime toute ma reconnaissance. A tous les professeurs du département de Géographie de l'UASZ. Sans votre abnégation dans ma formation depuis la licence, ce mémoire ne serait écrit.

A Mamadou Lamine Diallo mon professeur de géographie en classe de 2nd, aujourd'hui docteur et enseignant à l'UGB, pour m'avoir donné un goût à faire de la Géographie et à Docteur Seydou Badji, pour sa Thèse qui m'a servi de référence pour les études de terrain.

A toute la famille de l'association « Indhan-Foulbhé ».

A mes camarades de promotions et les aînés du Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE) qui ont toujours manifesté leur volonté à nous accompagner pédagogiquement.

Je remercie tous les producteurs bananiers de la zone de Gouloumbou pour l'hospitalité et les encouragements.

Au secrétaire exécutif du CORPROBAT, Mr. Adama Ndao, et au président du GIE Ague - Diambone, Omar Badiane, merci pour l'accueil et les orientations. Un grand merci à Mr. Diop et à son staff de la brigade hydrologique de Tamba.

A tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à ma formation et à la rédaction de ce document, trouvez-y le fruit de vos efforts.

Sommaire

Sommaire	iv
Sigles et Acronymes	vii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PREMIÈRE PARTIE : ENVIRONNEMENT DE LA CULTURE DE BANANE A	
GOULOUMBOU	17
CHAPITRE I : LE CADRE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN	18
CHAPITRE II : LES POTENTIALITES HYDRO-AGRICOLES	44
DEUXIÈME PARTIE : LES CONTRAINTES D'ORDRE HYDRIQUE DANS LES ACTIVITÉS	
BANANIERES	57
CHAPITRE III : DES IMPACTS DES CRUES ET DES ETIAGES DU FLEUVE SUR LES	
ACTIVITÉS BANANIERES	58
CHAPITRE IV : LA PROBLÉMATIQUE DES PRÉCIPITATIONS FORTES ET CONTINUES DANS	
LES BANANERAIES	77
TROISIÈME PARTIE : GESTION DES EAUX DANS LES PÉRIMÈTRES BANANIERS	86
CHAPITRE V : GESTION DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT	87
CHAPITRE VI : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION.....	92
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	114
BIBLIOGRAPHIE.....	116
WEBOGRAPHIE	125
ANNEXES	I

RÉSUMÉ

Cette étude s'inscrit dans le contexte de la vulnérabilité des aménagements hydro-agricoles face aux dynamiques des cours d'eau pour soulever la question de la gestion de l'eau dans les activités agricoles en général et bananières en particulier. L'objectif est de comprendre comment la variabilité hydrique impacte les aménagements des bananeraies.

La zone de Gouloumbou abrite des aménagements hydro-agricoles de bananeraies. Ces dernières produisent plus de 50% de la production nationale. Malgré des conditions hydroclimatiques favorables, les producteurs sont confrontés fondamentalement à des contraintes d'ordre hydriques et techniques.

Pour aborder une telle problématique, l'approche méthodologique a consisté d'abord à la documentation scientifique. Il s'ensuit des études de terrain (observations des dynamiques hydriques et des systèmes d'irrigation, entretiens avec le personnel des GIE et du CORPROBAT, questionnaire aux producteurs bananiers, relevés de points au GPS) puis à l'acquisition de données hydrologiques auprès de la brigade hydrologique de Tambacounda (valeur de côtes et débit moyennes journaliers du fleuve à la station de Gouloumbou de la série 2000-2020), climatologiques (précipitations, évaporation température, insolation) auprès de l'ANACIM, statistiques (taille des producteurs, superficie des périmètres, nombre de GIE) auprès du CORPROBAT et des GIE, satellites (images Google Earth, MNT), et cartographiques. Ces données sont exploitées, analysées, représentées et commentées.

L'étude a montré le caractère favorable du milieu à la bananiculture, mais a aussi ressorti le rôle crucial de l'eau dans la fragilisation du développement des bananeraies et enfin, elle a identifié la précarité de la gestion de l'eau qui est le résultat du caractère rudimentaire des technologies d'irrigation. Ainsi, les températures, l'insolation et le sol répondent aux exigences bioclimatiques et édaphiques du bananier. Les ressources en eau sont suffisamment disponibles avec un étiage minimum autour de $85\text{m}^3/\text{s}$. La crue, de par son importance, entraîne une inondation sur plus de 7 600 ha et bloque l'extension des périmètres bananiers. Le système d'irrigation est dominé par l'usage de raccord, avec une proportion de 69 %, contre 15% d'irrigation par aspersion, très efficace dans la gestion de l'eau et dans l'irrigation en bananeraie.

Mots clés : bananeraies, aménagement hydro-agricole, irrigation, crue, étiage, inondation, système d'irrigation, gestion de l'eau, vulnérabilité.

ABSTRACT

This study falls within the context of the vulnerability of hydro-agricultural developments to the dynamics of rivers to raise the issue of water management in agricultural and banana activities in particular. The objective is to understand how water variability affects the development of banana plantations.

The Gouloumbou area, in the Gambia River valley, is characterized by hydro-agricultural development of banana plantations which produce more than 50% of national production. Despite favorable hydroclimatic conditions, production faces water and technical constraints.

To tackle such a problem, the methodological approach first consisted of scientific documentation. Field studies (observations of water dynamics and irrigation systems, interviews with GIE and CORPROBAT staff, questionnaire to banana producers, records of points rated on the GPS), then to acquire data. hydrological from the Tambacounda hydrological brigade (value of the daily average levels and flow of the river at the Gouloumbou station in the 2000-2020 series), climatological (precipitation, evaporation, temperature, insolation) from ANACIM, statistics (size of the producers, area of perimeters, number of EIGs) from CORPROBAT and EIGs., satellites (Google Earth images, DEM), and cartographic. These data are used, analyzed, represented and commented on.

The study showed the favorable nature of the environment for banana growing then highlighted the crucial role of water in weakening the development of banana plantations and finally, it identified the precariousness of water management which is the result of rudimentary nature of irrigation technologies. Thus, the temperatures, the insolation, the soil meet the bioclimatic and edaphic requirements of the banana tree. Water resources are sufficiently available with a minimum level of around 85m³ / s. The flood, due to its importance, caused flooding over more than 7,600 ha and blocked the extension of the banana perimeters. The irrigation system is characterized by the predominance of connection irrigation, with a proportion of 69%, ineffective in water management, against 15% of sprinkler irrigation, very effective in water management. water and very suitable for irrigation in banana plantation.

Keywords: banana plantations, hydro-agricultural development, irrigation, river, flood, low water, flooding, irrigation system, water management, vulnerability.

Sigles et Acronymes

ANACIM : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
APROVAG : Association des Producteurs de la Vallée du Fleuve Gambie
BAD : Banque Africaine de Développement
BHT : Brigade Hydrologique de Tambacounda
CDH : Centre de Développement Horticole
CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNCAS : Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
CNUCED : Conférence des Nations Unies pour le commerce et le développement
CORPROBAT : Collectif Régional des Producteurs de Banane de Tambacounda
COSPROVAG : Collectif des sinistrés des producteurs de la vallée du fleuve Gambie
CRS : Services de secours catholique
DDV : Durée de Vie Verte
ERA : Energie Rurale Africaine
FAO : Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture
GIZ : Société allemande pour la coopération internationale
GMP : Groupe Moto-pompe
GPS : Global Positioning System
GWP : Partenariat Mondial de l'Eau
ISRA : Institut Sénégalais de Recherche Agricole
MNT : Modèle Numérique de Terrain
OFADEC : Office Africain pour le Développement et la Coopération
OMM : Organisation Météorologique Mondiale
ONG : Organisation Non Gouvernementale
PE : Polyéthylène
PIC : Protection Intégrée des Cultures
PNNK : Parc National de Niokolo Koba
Psi : unité de pression (pound per square inch)
PVC : Polychlorure de vinyle
SFD : Sénégalaise Fruitière du Développement
SPI : Indice Standardisé de précipitation
WFN: Water Footprint Network

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'Afrique de l'Ouest a connu une période de déficit pluviométrique prolongé et marqué, de 1968 à 1995 (Assemian et al., 2013, Decroix et al., 2015). Cette période de déficit pluviométrique s'est traduite par « un déficit d'écoulement deux fois plus prononcé que celui des précipitations » (Olivry, 2002) dans les grands fleuves. Malgré cette diminution des débits des fleuves, due à une sécheresse contraignante à l'agriculture pluviale, les berges des fleuves sont occupées par des cultures d'irrigation profitant des résidus hydriques dans les chenaux des fleuves ((Ndery, 1986). Par ces aléas climatiques et économiques, l'agriculture irriguée connaîtra un essor fulgurant (Mendy, 2014). De nos jours, 70% des prélèvements d'eau douce dans les cours d'eau, lacs et nappes sont destinés à l'agriculture (FAO, 2004). Le partenariat mondial de l'eau (GWP) stipule « qu'au cours du XX^e siècle, les prélèvements d'eau ont été multipliés par sept environ et un tiers de la population mondiale vit dans des pays souffrant de pénuries d'eau moyennes à graves » (Agarwal, 2000).

En matière de lutte pour le développement économique et social, les défis auxquels sont confrontés un nombre croissant de pays sont de plus en plus liés à l'eau (Agarwal, *ib*). Malgré les inquiétudes liées aux pénuries hydriques, et par conséquent à l'insécurité alimentaire, des aménagements hydro-agricoles sont une des réponses pour faire face à la problématique de l'eau dans le secteur agricole. L'efficacité et la qualité de ces aménagements hydro-agricoles sont soumises à plusieurs facteurs qui déterminent la gestion de l'eau.

Ainsi, la notion « d'aménagement hydro-agricole » couvre un champ d'activités humaines immense : elle concerne la création d'infrastructures, pose le problème de l'accès à la ressource hydrique dans la société concernée par l'aménagement et par la société périphérique de l'aménagement, aborde la gestion quotidienne du partage de la ressource hydrique et suppose la réussite de l'entretien de l'ensemble des systèmes artificiels (Ruf, 1992).

Le bananier, en tant que culture pérenne, avec des besoins en eau variant entre « 1200 mm par an dans les tropiques humides et 2 200 mm par an dans les tropiques secs » (FAO, 2014), n'échappe pas aux défis des aménagements hydro-agricoles. Compte tenu de l'importance de l'irrigation et du drainage dans son processus cultural, la maîtrise de l'eau est depuis longtemps un problème majeur pour l'industrie. (Ruf, *ib*). Il est alors intéressant de mener une recherche sur les questions de l'eau dans le développement des bananeraies de la zone de Gouloumbou.

Dans notre cas, le travail envisagé se propose de comprendre l'état et la gestion de l'eau dans le développement des activités bananières dans la vallée du fleuve Gambie, au Sénégal et plus précisément dans la zone de Gouloubou (figure 1). Cette dernière se situe à 30 km au sud de la ville de Tambacounda et occupe la partie australe de la commune de Missirah. Elle est à 492 km de l'embouchure du fleuve Gambie et constitue la limite entre le bief maritime et le bief continental. C'est une zone agro-économique caractérisée fondamentalement par la production bananière. Le découpage de la zone prend en compte l'aspect agrologique mais aussi l'aspect topographique et politico-social. L'aspect topographique explique sa délimitation septentrionale dans les plus hautes altitudes (50 - 65 m). Ces altitudes constituent les lignes de crête de la zone. Sa limite méridionale intègre les bananeraies récemment aménagées dans le Kantora situé dans la rive gauche du fleuve Gambie à la lisière du département de Vélingara dans la commune de Sinthian Koundara ; d'où l'explication de la limite agrologique. La limite politico-sociale s'explique par les connexions politiques et sociales des terroirs concernés. En effet, politiquement, Gouloubou polarise les autres villages. Le chef de village de Gouloubou est le président de tous les chefs des autres villages de la zone. Socialement, ces villages partagent les mêmes activités culturelles. Donc la zone de Gouloubou est la somme des terroirs de villages bananiers et des terroirs de villages polarisés par ces villages bananiers ; entre lesquels existent des connexions politico-sociales. C'est alors un espace géographique conjugué par les facteurs agricoles, topographiques, politiques et sociaux. En ce qui concerne cette étude, l'aspect agricole du bananier est le plus important.

Pour mener une telle étude, on a décidé en premier lieu de diagnostiquer les potentialités hydro-agricoles que le milieu offre à la culture bananière, puis en deuxième lieu décliner les contraintes liées à l'eau dans l'activité bananière et troisièmement, analyser les techniques d'approvisionnement en eau dans les périmètres bananiers.

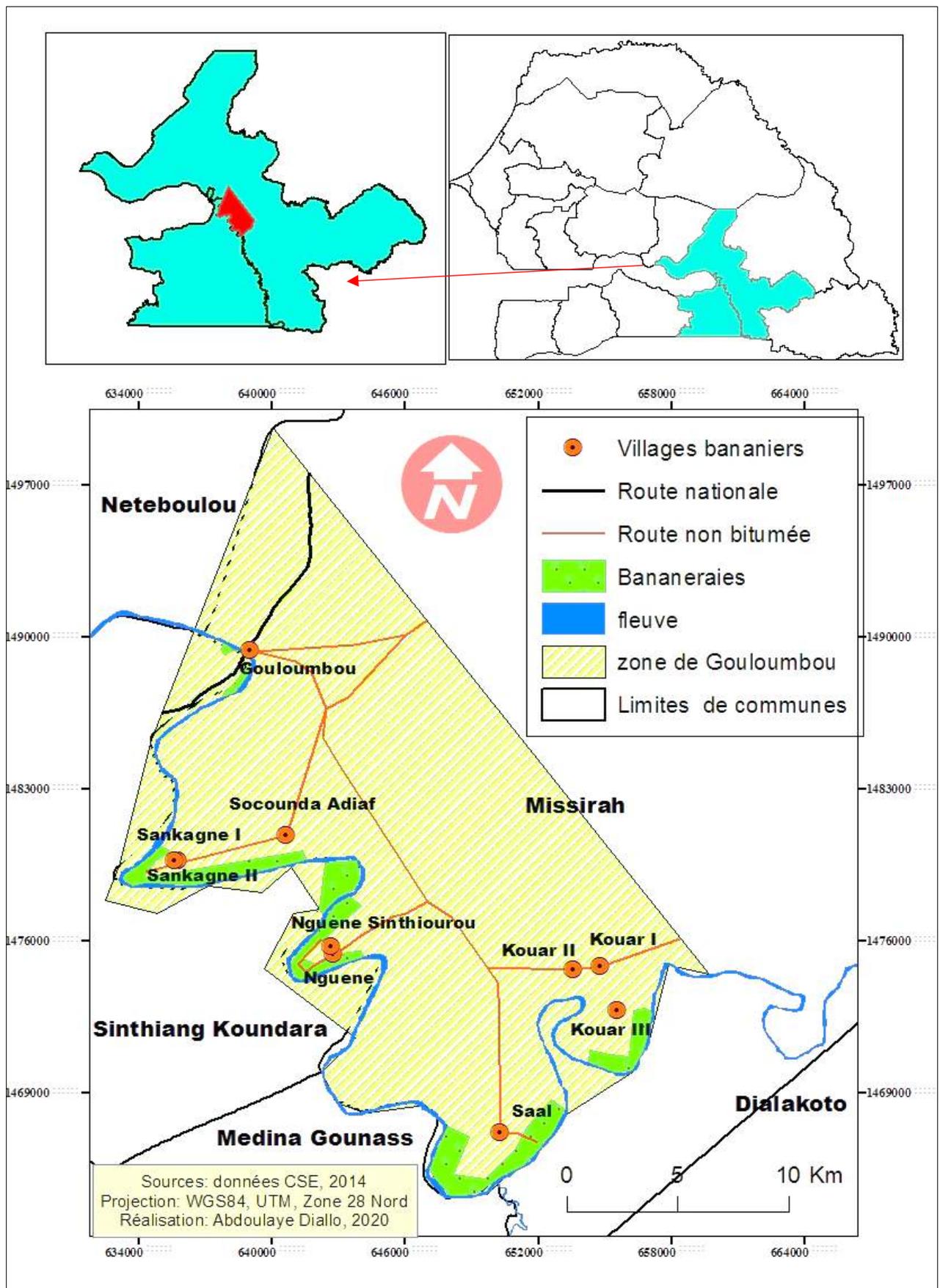


Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude (Diallo, 2020)

1. CONTEXTE

Le bananier est une plante d'origine asiatique, retrouvée de l'Inde à la Polynésie (Simmonds, 1962). Depuis des millénaires, les migrations humaines et les échanges de matériel végétal ont introduit le bananier dans des situations écologiques très différentes sur tous les continents (Lassoudière, 2007). Il fut introduit en Afrique par les migrations bantoues et trouve en zone intertropicale d'excellentes conditions écologiques, qui ont permis la formation d'un centre de diversification secondaire des variétés (Barrère, 1950). Il s'est propagé vers l'Afrique de l'Ouest, il y'a au moins 2500 ans (Mbida Mindzie et al., 2001). La zone de prédilection du bananier reste alors celle des fortes précipitations et des températures élevées. Les bananiers sont cultivés dans plus de 120 pays sur les 5 continents (Bakry et al., 1997) et sur plus de 10 millions d'hectares (Lassoudière, *ib.*). La banane est alors la quatrième production agricole la plus importante au monde après le riz, le blé et le maïs (Lassoudière, *ib.*). Elle occupe le premier rang de la production fruitière, avec un peu plus de 106 millions de tonnes produites annuellement à l'échelle mondiale (Lescot, 2006). Cette production mondiale s'est nettement améliorée en dépassant 144 millions de tonnes en 2014 (CNUCED, 2016). L'Inde et le Brésil sont les deux plus gros producteurs et écoulent la quasi-totalité de leur récolte sur les marchés intérieurs (Lassoudière, *ib.*). Ils sont suivis respectivement par l'Équateur (premier exportateur mondial), la Chine, la Colombie et le Costa Rica (Lassois et al, 2009).

La production bananière est soumise d'une part à un système de culture commerciale et d'autre part, à un système de culture vivrière. Près de 90 % de la production sont issues de petits agriculteurs, produisant pour la consommation domestique et les marchés locaux. Seuls un peu plus de 10 % de la production mondiale est destinée à l'exportation (Lassois et al, 2009). Alors, deux grandes filières de production se distinguent : « celle des bananiers en culture pure (les bananes dessert dominées par les variétés du sous-groupe Cavendish (AAA)), dont une partie des fruits est destinée à l'exportation (57%), et celle des bananiers en polyculture (les bananes à cuire comprenant notamment les plantains (AAB)), destinés à l'approvisionnement des marchés locaux ou à l'autoconsommation familiale (43%) » (Lassois et al, *ib.*).

Malgré la grande diversité existante au niveau des variétés de bananiers, le commerce international repose essentiellement sur un seul groupe variétal : les bananes Cavendish (Lassois et al, *ib.*), qui fournissent 97 % du marché international (Loeillet, 2005). C'est cinq compagnies qui contrôlent les 3/4 des exportations du marché mondial : Chiquita Brands International (22 %), Dole Food Company (21 %), Del Monte Fresh Produce (16 %), Noboa (7 %) et Fyffes (7 %) (Lassoudière, *ib.*).

En Afrique, le Cameroun et la Côte D'Ivoire sont les deux grands leaders de l'exportation de la banane dessert. Depuis 1990, la Côte d'Ivoire a multiplié par deux ses exportations et celles du Cameroun ont plus que triplé (Lassoudière, *ib*). Pourtant, cette région Ouest africaine (21 % de production en bananes dessert et plantains confondus) est loin d'être la principale zone de production. L'Afrique orientale produit 50 % mais ne vend que 9 % (Mialoundama, 2016). Donc, la situation bananière en Afrique se résume par une prédominance de la production vivrière en Afrique Centrale et orientale - l'Afrique de l'Ouest quant à elle excelle dans la production commerciale, avec 51,5% des exportations africaines (FAO, 2020). C'est ainsi que, notre étude va s'intéresser à la production bananière à des fins commerciales avec la variété Cavendish (dessert) au Sénégal.

« Le Sénégal, en 1967 enregistra sa première production officielle de bananes qui fut de 92 tonnes récoltées sur une superficie de 10 hectares dans le périmètre d'essai du village de Saliot, dans les profondeurs méridionales des campagnes de la Moyenne Casamance » (Badji, *ib*). Dans ce pays, la culture de la banane émergea dans le contexte de crise économique et climatique des années 1970-1980. Ces années sont marquées par une forte dégradation des conditions pluviométriques qui a entraîné la baisse des rendements de l'agriculture pluviale. Pour faire face à cette contrainte naturelle, les systèmes de cultures irriguées se sont de plus en plus développés. La bananiculture, avec ses exigences hydriques sévères s'est développée dans ce contexte dans des périmètres irrigués sur le long des fleuves Gambie, Casamance et Sénégal (Badji, *ib*).

Au le Sénégal oriental, sur la rive droite du fleuve Gambie, l'aménagement des bananeraies s'est fait suite à la conjugaison de deux facteurs majeurs, hormis les potentialités agricoles qu'offrait la zone :

- la sécheresse des années 70 qui a fait migrer des sérères du bassin arachidier dans la quête d'un environnement agricole adapté ;
- l'extension du parc de Niokolo-koba en 1969 qui a entraîné l'expulsion des peulhs des villages de Tabadian et leur recasement à la périphérie du parc mais surtout leur reconversion en agriculteurs.

Les peulhs, ayant embrassé la culture pluviale de coton se sont orientés à la bananiculture avec le projet OFADEC. L'abandon des cultures pluviales est motivé par la crise écologique. Les sérères, immigrés dans ce cadre se sont concentrés principalement dans les activités bananières et y gagnent 90% de leurs revenus.

Dans la région de Tambacounda, la production bananière était portée à 4000 tonnes en 1992. En 2001, la région fournissait 45% de la banane sur une exploitation de 450 ha. Au fur et à mesure, la production augmente et la zone fournit plus de 50% de la banane nationale (CORPROBAT, 2017).

Le système cultural du bananier dans la zone de Gouloumbou est un système commercial. Les ventes se font dans les marchés locaux (Gouloumbou, Tambacounda, Manda...) et nationaux (Dakar, Touba, Kaolack, Kédougou), avec quelques exportations dans les pays de la sous-région (Gambie et Guinée-Bissau) ou vers les pays industrialisés du Nord (Belgique).

2. JUSTIFICATION

Le 31 octobre 2013 s'est tenu à Dakar, un forum de haut niveau sur l'irrigation au Sahel. Il s'agissait de donner une nouvelle dynamique au développement de la maîtrise de l'eau pour l'agriculture, en vue d'accroître la résilience des Sahéliens face aux chocs climatiques et d'accélérer l'intensification agricole. Ce Forum s'est conclu par l'adoption d'une déclaration qui appelle à la mobilisation des acteurs et des partenaires pour redynamiser l'agriculture irriguée et lui permettre de jouer un rôle de moteur du développement agricole dans les six pays du Sahel (Sénégal, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Tchad). Ainsi, la déclaration de Dakar recommande de « faire en sorte que tout développement hydro-agricole soit basé sur des politiques et des stratégies sectorielles appropriées, intégrées dans une filière et fondées sur une utilisation rationnelle et durable des ressources disponibles ».

Vu toutes ces problématiques et initiatives relatives à l'agriculture et à la gestion de l'eau, la filière banane est concernée.

Une étude relative à la gestion de l'eau dans une bananeraie revêt un caractère primordial. L'aspect hydrique est en première ligne dans la production bananière. On constate même par nécessité, toute bananeraie se localise près d'un point d'eau permanent (courante, stagnante ou souterraine). Il est rare de voir au Sénégal des cultures exigeant un apport hydrique douze mois sur douze. Les cultures maraîchères (tomates, gombo, piment...) et celles céréalières ou de rente (mil, sorgho, maïs, arachide...) n'ont pas une demande en eau dépassant trois mois. Les cultures fruitières (manguier, anacardier cocotier...) n'ont pas une dépendance hydrique pour tous leurs cycles de vie. Ces arbres après une phase de soutien (en eau et en nutriments) développent des racines qui vont puiser l'eau dont la plante a besoin dans le sous-sol. Contrairement au bananier, les racines sont superficielles. « Le système racinaire se développe sur une profondeur de 60cm, et sur un rayon de 120cm autour du pied (Lassoudière, 1971) ».

Et par conséquent, le bananier ne peut que profiter de l'eau de surface. Sa demande est quotidienne et son cycle de vie dépasse 9 mois. Pour cela, une bonne maîtrise de l'eau en culture bananière est nécessaire.

Ainsi, il est temps d'étudier les aménagements hydro-agricoles dans le Sénégal oriental, car ces derniers ont été faits sans études prospectives. A ces propos, Lamine Konaté dira dans sa thèse soutenue en 1993 que « ces deux organismes (SODEFITEX ET OFADEC), en collaboration avec les populations riveraines ont effectués des aménagements dans des zones inondables du bassin de la Gambie ». L'Office Africain du Développement et de la Coopération (OFADEC) étant le précurseur des aménagements hydro-agricoles de bananiers au Sénégal oriental.

Pour mieux réussir un projet de bananiculture, la maîtrise de l'eau est indispensable. Cette maîtrise de l'eau consiste à connaître les besoins en eau des bananiers pour les approvisionner régulièrement et évacuer les excès. Dans un contexte de prédominance de l'irrigation, le diagnostic des systèmes d'irrigation, leur compatibilité, leur technologie et les moyens des producteurs à s'en approprier doivent faire objet d'études scientifiques.

Le Sénégal, en 2005, produisait 30 000 tonnes pour une demande de 60 000 tonnes (Diop, 2006). Le Sénégal oriental, à lui seul, faisait 80% de la production nationale (APROVAG, 2017). Avec le plan d'autosuffisance en banane, il devrait produire davantage 30 000 tonnes. C'est ainsi que le gouvernement du Sénégal, pour accompagner cette mesure lança un financement de 2,5 milliards pour l'exploitation de 500 ha. Ce projet d'envergure, est envisagé depuis 2017 dans la zone de Gouloumbou. En 2020, avec les aménagements de Yellitarré dans le département de Vélingara (susitant aujourd'hui des conflits fonciers), la production a atteint 44 500 tonnes (CORPROBAT, 2021). Pourtant, depuis les années 2000, la zone du Gouloumbou se présente comme l'eldorado de l'industrie bananière avec des vellétés d'aménagements engendrées par des contraintes d'ordre hydrique. Dans ce cas, cette étude pourrait apporter de la lumière dans l'état spatial actuel, et proposer des alternatives de valorisation des potentialités disponibles.

Le choix de la zone se justifie en outre, par l'ambition de l'auteur à faire la promotion, dans le milieu scientifique, des initiatives locales impulsées pour le développement des projets bananiers ; étant donné que les écrits sur la thématique dans cette zone sont moindres.

3. PROBLÉMATIQUE

« Les périmètres irrigués sont un enjeu pour les pays de l’Afrique de l’ouest où l’agriculture occupe encore une part dominante de l’activité économique. Comprendre ces périmètres et juger de leur efficacité doit permettre d’améliorer leurs performances » (Penot E., 2011). En effet, « Le Sud et le Sud-est du Sénégal ont d’importantes réserves d’eau dont le potentiel d’irrigation est estimé à 95 100 ha mais, seuls 19 780 ha sont aménagés, dont 9 750 ha exploités » (Wade et al, 2005). Le bananier est cultivé sur plus de 1 000 ha et cette superficie fournit les 4/5 de la production nationale qui est passée de près de 5 000 tonnes de bananes en 1986, à 16 000 en 2003 (A.R.M., 2005) pour atteindre 35 000 tonnes en 2012 (Direction Nationale de l’Horticulture) et 44500 tonnes en 2021 (CORPROBAT, 2021).

Pourtant, depuis les années 1970, les cours d’eau ouest-africains ont subi de profondes modifications liées au déficit pluviométrique qui ont entraîné une forte diminution des ressources en eau (Faye et al. 2018) ; Malgré cette diminution des ressources en eau, des inondations sévissent et imposent des adaptations au niveau des aménagements hydro-agricoles. En effet, les bananeraies dans la zone de Gouloubou sont confrontées à ce double problème de l’eau. Les étiages posent des problèmes d’irrigation et les crues entraînent des inondations dévastatrices et modifiatrices des systèmes de fonctionnement des activités bananières. Ainsi, le développement des bananeraies dans la zone de Gouloubou est pris en étau par les dynamiques hydrologiques du fleuve Gambie et les conséquences des variations pluviométriques au niveau local. A cela, s’ajoute les problèmes dans l’accès et au partage de l’eau d’irrigation ainsi que les dépenses énormes qu’elle implique.

Avec l’augmentation de la population locale active, les demandes d’accès aux parcelles bananières s’accroissent. Des espaces sont disponibles, mais le souci de l’eau (irrigation et inondation) empêche la valorisation de ces terres, et l’accès à ces nouveaux travailleurs aux bananeraies. Dès lors, on se demande quelle est la dynamique spatiale des périmètres bananiers face aux étiages et aux crues ? on s’interroge aussi sur l’état et la qualité des aménagements hydro-agricoles sachant qu’avec une disponibilité suffisante des ressources hydriques, les bananeraies souffrent d’une inondation sévère en saison pluvieuse et d’un stress hydrique remarquable en saison sèche.

4. Objectif général

L’objectif général de cette étude est de comprendre l’état et la qualité des aménagements hydro-agricoles de bananeraies dans la zone du Gouloubou.

5. Objectifs spécifiques

De manière spécifique, nous nous fixons d'abord un premier objectif qui consiste à caractériser les potentialités favorisant les aménagements bananiers dans la zone du Gouloumbou. Ensuite on va chercher à décliner les contraintes liées à l'eau, dans la production bananière. Et enfin, nous tenterons d'analyser les systèmes d'approvisionnement en eau des périmètres.

6. Hypothèse générale

L'eau, étant la principale ressource favorisant l'aménagement des bananeraies dans la zone du Gouloumbou, constitue aussi un grand handicap au développement de la bananiculture.

7. Hypothèses spécifiques

Partant de l'hypothèse générale, nous identifions trois hypothèses spécifiques suivantes :

- la zone de Gouloumbou présente des conditions favorables pour la bananiculture ;
- les crues du fleuve Gambie, les étiages et les fortes averses locales, constituent des entraves au développement des activités bananières ;
- la gestion des eaux est limitée par le caractère rudimentaire des techniques utilisées par les producteurs.

8. Le cadre conceptuel et théorique

Pour mieux élucider la thématique, nous serons amenés à faire une analyse conceptuelle des expressions et termes suivants : aménagement hydro-agricole, gestion de l'eau, irrigation, inondation, vulnérabilité, crue et étiage.

« Un aménagement hydroagricole est défini comme une construction complexe et fragile pour rendre artificiel le milieu cultivé, intégrant les conditions, facteurs ou contraintes climatiques, pédologiques et hydrauliques » (Ruf Thierry, 1992). Vandervaere, (1968) définit un aménagement hydro-agricole comme « un ensemble d'infrastructures entre les mains d'un groupe de personnes (gestionnaires et/ou utilisateurs) pour la maîtrise et la distribution d'une ressource en eau en vue d'une production agricole ». Il ajoute que « Cette définition implique de prendre en compte une source d'eau, un réseau de canaux, un ensemble de parcelles à cultiver, une culture ou un ensemble de cultures et une organisation pour gérer et utiliser l'ensemble » cette définition fait appel à la gestion de l'eau qui est perçu par Ramade comme « l'ensemble des actions politiques, socio-économiques, administratives et techniques dont l'objet est d'optimiser l'utilisation des ressources en eau ». La gestion de l'eau en bananeraie est principalement la coordination entre le

drainage des eaux pluviales en excès et de l'irrigation en période sèche. L'irrigation quant à elle consiste dans le *Larousse Agricole* de Mazoyer (2002) à un « apport artificiel d'eau à des plantes cultivées, qui a pour but de compenser l'insuffisance des précipitations naturelles et de permettre le développement harmonieux de ces plantes ». À Triple d'ajouter que c'est une technique qui « repose sur l'utilisation d'eau pompée dans le sol ou dans un cours d'eau, voire dans des plans d'eau créés à cet effet ». Quand l'irrigation se fait sur un fleuve, alors le « système de l'irrigation » d'autant plus que les aménagements hydro-agricoles, sont soumis aux dynamiques du cours d'eau qui se caractérise par des crues (en période de hautes eaux) et des étiages (en période de basses eaux). Crue et étiage sont les deux phénomènes extrêmes de l'écoulement fluvial. La crue est le débit ou la hauteur d'eau le plus élevé de l'année tandis que l'étiage est le débit le plus faible ou la hauteur la plus faible. Les fortes crues se traduisent en inondations quand les niveaux d'eau surplombent les berges et l'eau déborde alors dans la plaine. Pour cela, Da Lage et Métaillé, dans *Dictionnaire de biogéographie végétale*, 2015 stipulent qu'une inondation est un « recouvrement d'un terrain ou d'une végétation par le débordement d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau en crue (...) ». Dans le dictionnaire *les mots de la géographie*, l'inondation est « associée en générale à une crue », et « n'en est qu'une manifestation exceptionnelle et catastrophique qui peut néanmoins se produire assez régulièrement chaque année en un même lit d'inondation ». L'inondation peut aussi avoir comme origine les eaux pluviales. On a ainsi les inondations par accumulation d'eau ruisselée, qui interviennent lorsque la capacité d'infiltration, d'évacuation ou du réseau de drainage des eaux est insuffisante pendant une pluie. Et quand un espace est susceptible de subir une inondation, il est vulnérable. La vulnérabilité est comprise par Da Lage et Métaillé, comme le caractère d'un écosystème ou d'un milieu sur lequel pèsent des menaces environnementales qui pourraient conduire à sa dégradation, à sa fragilisation, voire à sa disparition. Ramade, en 1998 dans *dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau*, définit la vulnérabilité comme la sensibilité d'un écosystème, d'un cours d'eau à subir la pollution. Edouard de Bélizal et *al*, dans *géographie de l'environnement*, explique la vulnérabilité comme :

- Fragilité physique, c'est-à-dire la fragilité des sociétés et de leurs territoires selon leur capacité à subir des dommages causés par un aléa ;
- Incapacité à faire face, qui caractérise le degré de vulnérabilité d'une société confrontée à un aléa. Ainsi des sociétés sont fortement vulnérables s'elles ne peuvent pas se protéger pour des raisons économiques, institutionnelles, géopolitiques et culturelles.

Notre analyse conceptuelle retiendra qu'un aménagement hydro-agricole est un « aménagement agricole » dans lequel est mené des opérations visant à réaliser les conditions d'une maîtrise totale ou partielle de l'eau ; un « aménagement agricole » dont la gestion est à la

fois la mise en œuvre du système de mobilisation et de distribution de l'eau, et la mise en place d'une agriculture irriguée pratiquée par des unités de production.

La Gestion de l'eau est l'activité qui consiste à planifier, développer, distribuer et gérer l'utilisation optimale des ressources en eau, des points de vue qualitatifs et quantitatifs. Elle englobe l'ensemble des techniques et processus pour approvisionner convenablement une exploitation agricole en évitant les pénuries et les inondations. Donc l'efficacité et la pertinence d'un aménagement hydro-agricole est sondé à travers la gestion de l'eau.

Pour nous, l'irrigation est cette composante de la gestion de l'eau qui consiste à approvisionner artificiellement les plantes en cas de besoins. Et l'inondation est cette conséquence de la non-maîtrise d'une eau qui envahit une plantation et y engendre des effets non souhaitables. L'inondation s'identifie en deux natures. Elle est pluviale, quand elle est entraînée par les averses locales. Elle est fluviale quand elle résulte des crues du fleuve. La vulnérabilité est quant à elle l'exposition d'un milieu, d'un écosystème à une menace susceptible de contraindre ou de nuire ses fonctions. Dans ce cas, elle désigne l'exposition et la sensibilité des bananeraies aux phénomènes de crues induisant à des inondations et des étiages qui limitent l'accès à l'eau pour une bonne irrigation des bananeraies.

9. APPROCHE METHODOLOGIQUE

Pour aborder la problématique de la gestion de l'eau dans les bananeraies de la zone de Gouloumbou, nous élaborons une méthodologie articulée en 03 phases : la recherche bibliographique, l'élaboration et le déroulement d'outils de recherche (questionnaire et guides d'entretien) sur le terrain et le traitement des données.

9.1- La phase documentaire

Cette phase a consisté à la lecture de documents, sous format papier à la bibliothèque de l'université Assane Seck, et des documents sous supports numériques. La plupart des documents numériques sont téléchargés et/ou consultés sur internet à partir de moteurs de recherche et plateformes dédiées comme Google Scholar, Isidore, Scholarvox, la bibliothèque numérique de Dakar, les rivières du sud (UASZ), open-édition, researchgate, Agritrop.cirad, tel-archives-ouvertes, Agora (FAO), Persée, Académia.edu, Hall, Teeal, Jstor, Oare.... Les documents payants ont été consultés à travers les réseaux du campus numérique francophone partenaire de l'université Assane Seck. Des livres à l'instar de « le bananier et sa culture » de André Lassoudière ont été achetés sur Amazon. La documentation est axée sur trois thématiques principales : géographie rurale et agricole, hydrologie fluviale et gestion de l'eau, agronomie

bananière et de biologie végétale. Pour les documents numériques (en ligne), nous avons utilisé l'extension Zotero pour les sauvegarder et générer automatiquement leurs références bibliographiques avec le modèle American Psychological Association (APA). Cette phase documentaire nous a permis de comprendre l'état des aménagements hydro-agricoles, le statut global de la gestion de l'eau, la culture du bananier et son statut mondial, continental, national et local... c'est ainsi qu'on a pu avoir une base littéraire solide pour entamer la rédaction de ce document.

9.2- La phase de collecte et d'observations de terrain

Les travaux de terrain ont commencé d'abord par les observations. En effet, depuis que nous avons décidé de travailler sur la zone et la thématique, on a prêté une attention particulière au contexte du terrain. C'est ainsi qu'en août et septembre 2019, nous avons fait notre première visite de terrain dans le cadre de ce travail. A partir de là, on a pu saisir la problématique et comprendre l'intérêt de travailler sur un tel sujet. Les observations se sont poursuivies durant toutes les phases de terrain. Et leur importance se reflète sur la qualité des images.

Nous avions prévu de faire la collecte de données au mois de juillet, et août 2020. Mais malheureusement avec le contexte sanitaire de la Covid-19, on s'est abstenu de s'approcher trop de personnes. C'est ainsi qu'au lieu de faire les enquêtes à cette période, nous avons effectué une deuxième phase d'observation de juillet à septembre 2020.

Cette phase observatoire ou exploratoire réalisée en deux temps, combinée à nos connaissances sur la zone et à la littérature, nous ont permis de mieux comprendre la problématique et ainsi d'élucider notre thématique de recherche.

Ayant des idées claires sur la situation du terrain et des aspects de la bananiculture, nous envisageâmes une phase d'enquête en mars et avril 2021. Le choix de cette période n'est pas fortuit. Il s'agissait en outre d'aller constater de visu les variations au niveau du cours d'eau et d'observer le fonctionnement des systèmes d'irrigation et l'état des bananeraies à cette période sèche. Pour cette expédition, les outils qu'on a utilisés sont le questionnaire pour la collecte de données quantitatives, le guide d'entretien pour les données qualitatives et le GPS.

➤ Le questionnaire

Les questions (58) sont saisies sur la plateforme **Kobocollect.org**. À partir de là, nous l'avons synchronisé avec le smartphone qui fut le support du questionnaire sur le terrain. Autrement dit, c'est au moyen du smartphone qu'on a effectué la collecte de données

quantitatives. L'administration du questionnaire s'est faite dans les parcelles aux moments des irrigations pour certains GIE et aux moments de coupe (récolte) pour d'autres.

Le Sondage à travers le questionnaire s'applique sur une population restreinte représentative de la population mère. Ce procédé est l'échantillonnage (tableau 2).

Tableau 1: Données d'échantillonnage

Population mère	Producteurs de banane
Méthode d'échantillonnage	Empirique au quota
Taux échantillonnage	1/10
Unité de l'échantillon	GIE
Unité de sondage	Producteur

Tableau 2. Échantillonnage

Village	GIE	Producteurs (n)	Enquêtés (E)
NGUENE	Nguène 1	121	12
	Nguène 2	200	20
	Nguène 3	134	13
	Khalass	101	10
	Yendonane	53	5
SALL	Sall 1	84	8
	Sall 2	104	10
	Sall 3	57	6
KOAR	Koar 1	112	11
	Koar 2	89	9
	Aguene-Diambone	63	6
ADJAF	Adjaf 1(Yellitarée)	45	4
	Adjaf 2	200	20
	GIE Rabat	104	10
SANKAGNE	Sankagne 1	100	10
	Sankagne 2	81	8
	Sankagne 3	86	9
Total	17	1734	171

Pour les besoins de l'échantillonnage, nous avons exploité la base de données du CORPROBAT qui répertoriait les GIE ainsi que le nombre de producteurs de chacun des GIE. C'est à partir de cette base qu'on a ciblé des villages bananiers (Nguène, Sall, Koar, Adjaf, et Sankagne) ayant des GIE de plus de 50 producteurs. A partir des GIE, on a recueilli la liste des producteurs de chaque GIE. Et on a interrogé 10% de leurs travailleurs.

- **La formule de l'échantillon**

$$\text{Echantillon (E)} = \text{Nombre de producteurs d'un GIE (n)} * 10/100$$

$$T = \sum(E)$$

E : échantillon sur un GIE ;

n = nombre de producteurs dans un GIE

T = échantillon totale (somme des échantillons) ;

N = nombre totale de producteurs

Le choix des 10% pour chaque GIE se justifie par le fait que dans la bananiculture, les décisions se prennent à l'échelle du GIE. Et tous les producteurs d'un GIE sont soumis à un même protocole de travail. En revanche, dans un même village, on peut retrouver deux GIE (même limitrophe) qui n'ont pas le même système d'organisation et de fonctionnement. Alors une information vraie dans l'un peut ne pas l'être dans l'autre. Ce qui est probable, c'est que les 10% interrogés dans un même GIE peuvent fournir les mêmes informations et que ces informations soient différentes quand on passe dans un autre GIE. Ainsi un échantillon de 10% est bien représentatif pour chaque GIE. C'est pour cela qu'on a jugé nécessaire, pour les enquêtes, de travailler avec plus de GIE (17), en tenant compte du nombre de producteurs (supérieur ou égal à 50), de la nature du GIE, du système d'irrigation et des relations physiques entre le GIE et les dynamiques du fleuve. Nous pensons même que si on choisissait 5% de producteurs pour chaque GIE, on aurait abouti aux mêmes résultats. Le choix d'un échantillon de plus de 5% se justifierait aussi par des soucis de spatialisation des informations au sein de chaque GIE. Alors pour mieux assurer la représentativité dans chaque GIE, 25% (de l'échantillon) ont concerné des parcelles proches du fleuve, 50% des parcelles intermédiaires et 25% pour des parcelles excentrées (périphériques). Les parcelles proches concernent la première bande après les berges du fleuve ; et les parcelles excentrées concernent la bande la plus éloignée du fleuve. Les parcelles intermédiaires sont celles situées entre la première bande et la dernière bande (figure 2). Cette méthode est appliquée dans tous les GIE pour mieux mailler le périmètre.

Le modèle d'échantillonnage est le suivant :

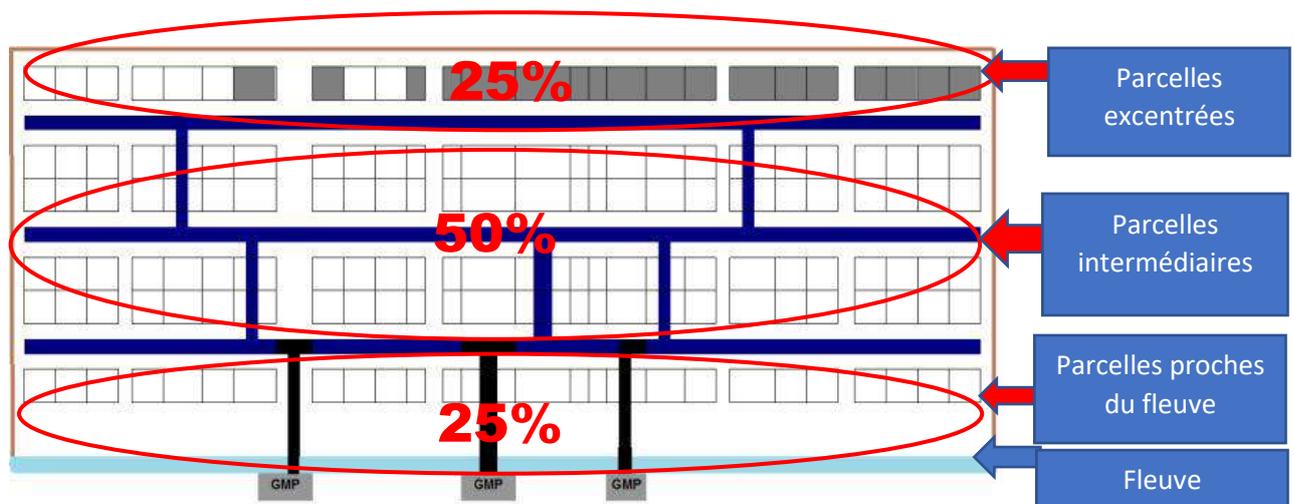


Figure 2: maillage du questionnaire dans les GIE ; le support est le modèle du GIE de Nguène 2, représenté par Vasseur S. et Py C. en 2004, repris par Badji en 2017.

➤ Les guides d'entretien

Pour la collecte des données qualitatives, des guides d'entretien ont été soumis au secrétaire exécutif du CORPROBAT, aux présidents des différents GIE, aux bailleurs des exploitations privées, aux chefs de pompistes et aux chefs de périmètres.

➤ Le GPS

Le calage spatial par le relevé de points au GPS a concerné les positions des GMP et des points de pesage en crue et en étiage ainsi que les limites de l'étiage et de la crue au niveau des berges. En outre, il a servi à suivre les réseaux d'irrigation, de mesurer les distances entre les points et d'avoir une idée sur l'altimétrie.

Ces travaux de collecte de données alphanumériques à travers les questionnements et relevés de points GPS se sont accompagnés de l'acquisition de données physiques auprès des structures compétentes. Il s'agit notamment des données hydrologiques obtenues au service hydrologique de Tambacounda et des données météorologiques acquises auprès de l'ANACIM.

9.3- Les traitements des données

Les traitements de données concernent d'abord la statistique pour des fins de réalisations graphiques ensuite la cartographie pour l'élaboration de cartes thématiques et enfin la représentation.

Pour les données à traitements statistiques, il s'agit des résultats du questionnaire, des données hydrologiques et les données climatologiques. Les données cartographiques concernent les relevés GPS, les images satellites, les modèles numériques de terrain (MNT).

La représentation graphique de certaines données issues du questionnaire est générée sur la plateforme kobotoolbox.org. Cette plateforme n'offrant pas les possibilités d'améliorer l'estompage des graphiques, nous avons exporté les données sur Excel en vue d'une amélioration des graphiques. Le traitement des données hydrologiques et climatologiques est fait au moyen du logiciel Excel. Le logiciel ArcGIS 10.5 a servi de support cartographique.

La cartographie concerne le traitement de modèles numériques de terrain pour mettre en évidence le relief. Elle consista aussi à la numérisation d'images satellites extraites à partir de la plateforme Google Earth, pour représenter les phénomènes et compartiments géographiques au sein de quelconques GIE. Les images les plus récentes ont été privilégiées. Elles sont presque toutes de l'année 2020, soit pendant les mois de crue, soit en période d'étiage, en fonction des besoins. Ces images sont d'abord capturées et exportées sur Arc Gis puis géoréférencées et enfin numérisées. A partir de la plateforme Google Earth, on a réalisé des profils topographiques dont les annotations ont été faites sur Paint et adobe Illustrator.

Les modèles numériques de terrain ont été téléchargés sur Global Mapper et puis exportés sur Arc GIS pour les besoins de traitement. Ce traitement a abouti à la réalisation de deux cartes : une carte topographique du terrain et une carte des inondations.

10. Difficultés du terrain

Les travaux de terrain ont été effectués sans difficultés remarquables. Les producteurs bananiers étaient très accueillants et très disponibles pour répondre à nos questions et nous accorder des entretiens. Dans tous les GIE concernés, on a eu d'abord l'aval du président qui a lui-même expliquer l'objet de notre présence à ses collaborateurs. La seule expression décourageante reçu à plaisanterie, est « est-ce que vous n'êtes pas venus vendre nos terres ? ». Les rares personnes qui n'ont pas voulu répondre à nos questions sont réticents du fait des « réseaux sociaux » ou des séquelles de l'actualité. Les déplacements dans les villages sont faits au moyen d'une moto Djakarta à notre disposition. Pour le logement, on a été hébergé par d'anciens camarades de classes. L'accès à l'électricité et à la connexion internet étaient des défauts notables.

PREMIÈRE PARTIE : ENVIRONNEMENT DE LA CULTURE DE BANANE A GOULOUMBOU

La sécheresse des années 1970-1980, a entraîné une dégradation des conditions de vie dans le monde rural en détériorant les systèmes productifs et les revenus des paysans. Dans un souci d'adaptation et de résilience au Sénégal, les bananeraies de la zone de Gouloumbou ont vu le jour.

Dans cette partie, il sera question de la convenance du milieu à la bananiculture en comparant les paramètres biophysiques du milieu et les exigences biophysiques de la plante, en revisitant l'organisation de l'activité bananière ; en analysant les connaissances en agronomie bananière des paysans et ses mises en pratiques. Il s'agira en outre de diagnostiquer les potentialités hydriques de la culture bananière par inventaire des ressources en eau.

CHAPITRE I : LE CADRE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN

« Analyser les relations entre milieux physiques et production agricole constitue toujours une opération délicate (...). Parmi toutes les activités économiques, l'agriculture demeure celle qui dépend le plus des conditions naturelles » (Chaléard J. L., Charvet J. P., 2004). Cette dépendance est fonction de l'espèce cultivé. Le bananier par exemple a des exigences climatiques, édaphiques, hydriques qui lui sont propre. Alors l'analyse du milieu biophysique en rapport avec les exigences du bananier passe par la présentation géographique et climatique du terrain en corrélation avec les facteurs biologiques de la plante.

I. PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE

La présentation géographique va concerner l'analyse du relief, et de la pédologie en mettant en rapport ces deux paramètres avec les exigences topographiques et édaphiques de l'aménagement des bananeraies.

I.1. Le relief

Le relief de la zone de Gouloumbou n'est rien d'autre que celui du bassin de la Gambie dans les parties méandriformes du fleuve. Le fleuve Gambie décrit ici des cours sinueux qui laissent apparaître une asymétrie de plateaux et de plaines de part et d'autre du fleuve. Du chenal fluvial à (7 -15m), on retrouve après les berges, des plaines d'inondation limitées par des plateaux d'une altitude allant de 30 à 60m. la présentation du relief permet de mettre en évidence les pentes qui déterminent les ruissellements et par conséquent l'emplacement des bananeraies. Pour mettre la lumière sur la topographie du milieu, déterminant principal des aménagements, nous présentons sous dessous un modèle numérique de terrain (figure 3) et un profil topographique (figure 4). Les bananeraies ont une localisation presque uniforme au sein de tous les villages. Elles se situent entre les altitudes 10 m et 20 m. les villages quant à elles, sont un peu plus éloigné du chenal fluvial et se situent au niveau des altitudes 22m et 25m. Ces données sont issues de l'interprétation des images Googles Earth et des MNT mais aussi de l'altimétrie révélée par le GPS.

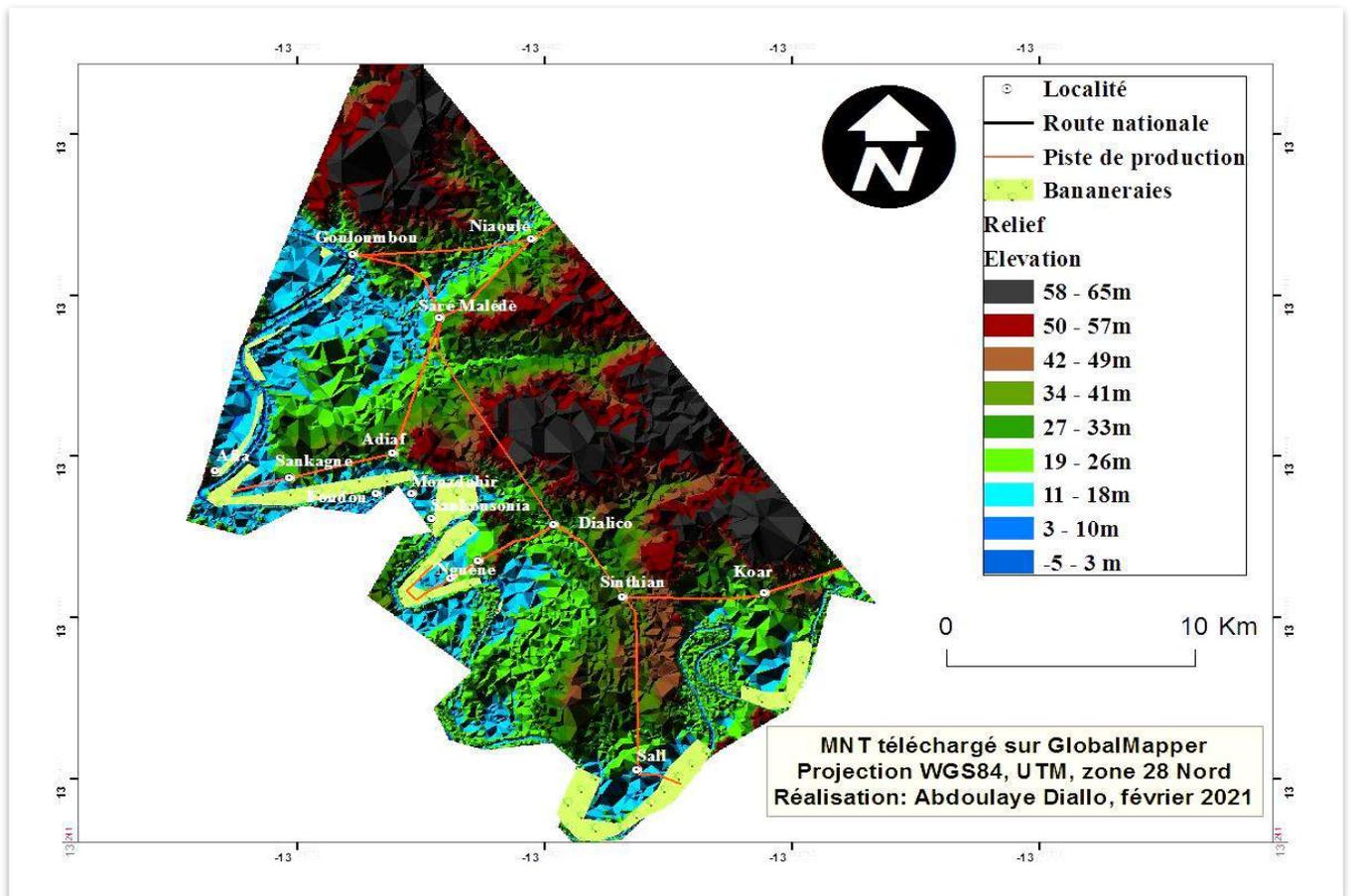


Figure 3: modèle numérique de terrain de la zone d'étude (Diallo, 2021)



Figure 4: profil topographique de la zone d'étude (Diallo, 2021)

I.2. Pédologie et exigences édaphiques du bananier

« La bananiculture exige un sol fertile, riche en matières organiques » (Meunier Q., Lassois L. et al, 2011), avec un pH de 5,5 à 6,5 (Telemans B., 2012), même si la plante peut supporter des pH de 3,5 à 8. Le sol doit être riche, sain, aéré, et meuble car les racines sont peu pénétrantes (Memento de l'agronome, 2012). Il importe que les racines et le bulbe puissent se développer dans des sols présentant les meilleures conditions puisque le développement racinaire peut être limité soit par la présence d'un horizon induré soit par la compacité croissante d'un sous-sol argileux. Les sols de la zone de Gouloumbou répondent-ils à ces critères ?

La situation alluviale de la zone de Gouloumbou donne, de prime abord, un indice sur la pédologie par prétexte qu'on retrouve le long des cours d'eau des sols hydromorphes (figure 5). « Les sols hydromorphes sont liés à la présence de l'eau qui peut être temporaire ou permanente. (...). Lorsque l'eau est en excès, il y a engorgement du terrain » (Sagna, 2005). « Ces sols sont alors appelés hydromorphes à gley. Très compacts et imperméables, ils sont traditionnellement plantés de mils et de riz » (Barbey, 1977, cité par Sagna P.). Compte tenu de leur fertilité et de leur humidité, ces sols sont favorables aux cultures maraichères (Sagna, *ib*) et offrent un vaste choix de culture (Bocoum, 1993) dont la banane. De ce fait, Les périmètres bananiers de Gouloumbou se situent à proximité du fleuve dans des sols à dominante argileuse avec une plus grande capacité de rétention d'eau (Badji, *ib*).

Ces sols hydromorphes sont synthétisés à travers les formations sédimentaires du Continental terminal. « Ce continental terminal est recouvert par une cuirasse ferrugineuse du quaternaire dont on retrouve les restes sur les plateaux et les buttes témoins. Le Continental terminal apparaît comme, un matériau sableux plus ou moins argileux quand il affleure à la faveur d'une érosion qui décape la cuirasse, surtout au niveau des axes alluviaux » (Dieng, 1965). La séquence du Gouloumbou est formée de « grès blanchâtres argileux à larges taches d'oxydes de fer brun-rouge ou parcouru par des veines roses, jaunes violacées. C'est en réalité une argile sableuse, plus ou moins tachetée de rouge, jaune, rouille ou ocre » (Dieng, 1965). Cependant, les sols totalement argileux sont défavorisés à la bananiculture par leur caractère imperméable en cas d'excès pluviométrique dans la parcelle. Le sol propice aux bananeraies doit être perméable (drainant) pour éviter la stagnation des eaux dans la bananeraie si l'évaporation est faible. D'où la perspicacité des sols sablo-argileux ou argileux sablonneux. Les bananeraies de la zone de Gouloumbou se localisent intégralement dans les sols hydromorphes tout au long du tronçon fluvial de la Gambie (figure 5).

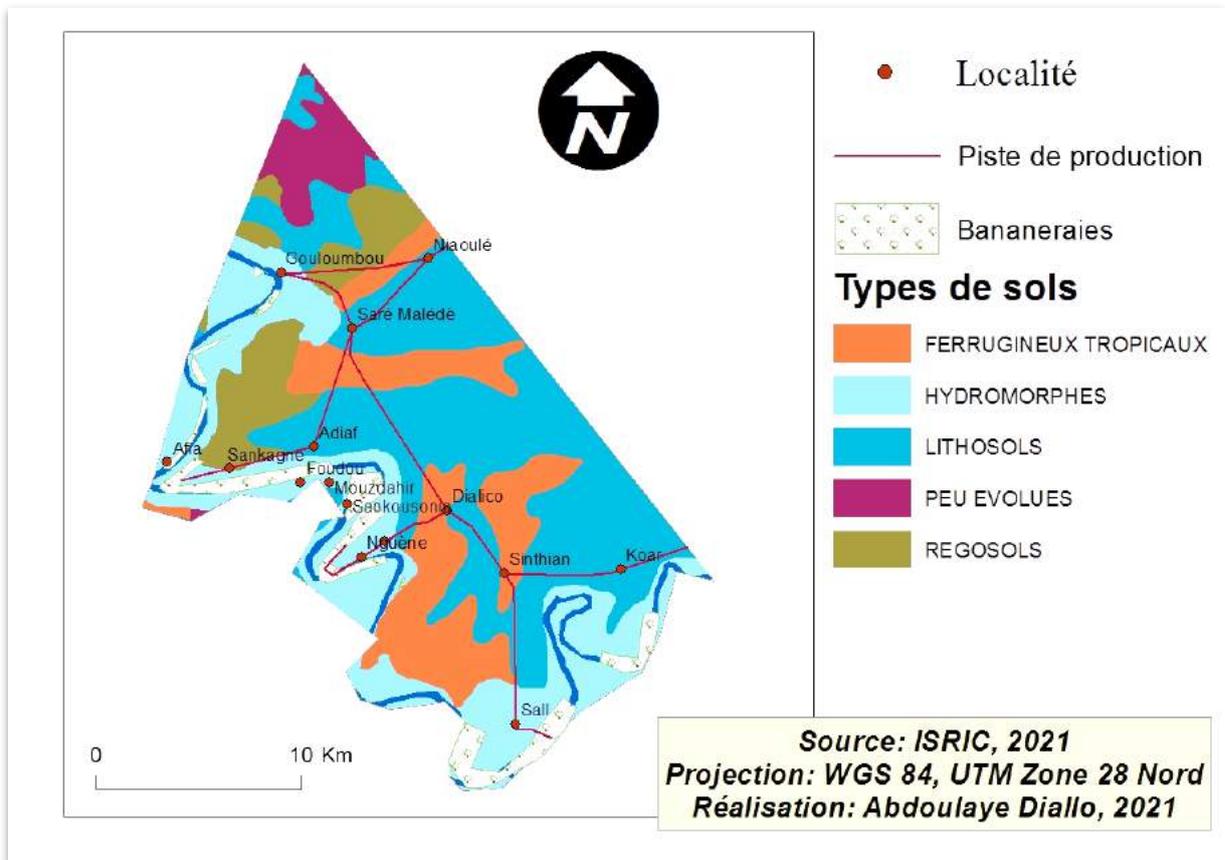


Figure 5 : carte pédologique de la zone d'étude (à noter que les bananeraies se trouvent dans les sols hydromorphes – Diallo, 2021)

La qualité du sol par rapport à la bananiculture est soumise à l'appréciation des producteurs qui y exercent l'activité pendant presque 30 ans. En effet, 46% des producteurs affirment que le sol est « très favorable » à la culture du bananier. 42% pensent qu'il est « favorable » et 11,5% estiment qu'il est « peu favorable ». Et aucun des producteurs n'a considéré le sol comme défavorable à la bananiculture (figure 6). De ce fait, nous concluons que le sol de la zone de Gouloumbou est très accueillant à la culture du bananier.

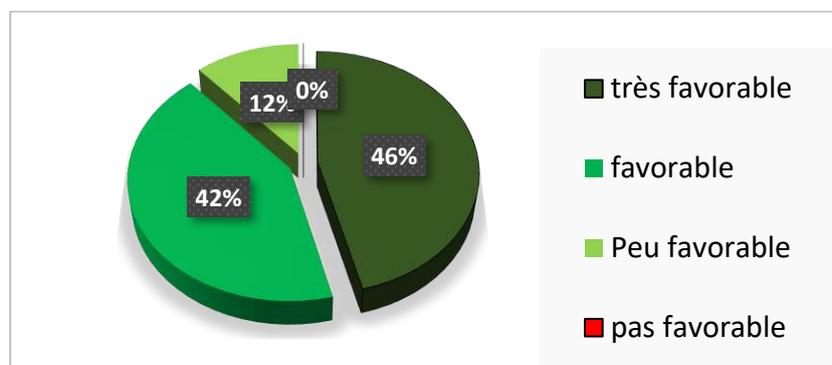


Figure 6 : le caractère du sol par rapport à la bananiculture (enquêtes Diallo, 2021)

Puisque le sol est favorable à la bananiculture, il est nécessaire de s'intéresser en outre sur le rapport entre éléments du climat et exigences climatiques du bananier. Sachant que « en plus de la fertilité des sols, les conditions climatiques peuvent être considérées comme l'un des principaux facteurs limitant de la production agricole » (Sané, 2017).

II. LES EXIGENCES CLIMATIQUES DU BANANIER

Si ce sont les températures qui constituent le principal facteur limitant de l'agriculture dans les zones tempérées, en zone tropicale, ce sont les précipitations qui constituent le facteur limitant (Chaléard et *al*, 2004). Cela sous-entend une certaine concordance entre températures tropicales et agriculture tropicale. Concernant la culture du bananier, elle exige un climat chaud et humide. Alors dans ce sous-chapitre, il est question de voir la relation entre les conditions climatiques de la zone de Gouloumbou et les exigences climatiques du bananier.

II.1. Les températures et les exigences thermiques du bananier

La zone de Gouloumbou se localise dans la zone climatique Nord-soudanienne avec alternance d'une saison des pluies (hivernage) de 5 mois : fin mai à fin octobre, et d'une longue saison sèche à très fort déficit de saturation (Ouattara, 1974). On y distingue deux grandes périodes de régime thermique. La période de basses températures allant de Juillet à février avec plus de fraîcheur aux mois de décembre et de janvier et la période de hautes températures se situant entre mars et juin. La température moyenne annuelle est élevée (28°4 de la station de Tambacounda) avec existence de deux minima : en Août (26°8) et en Décembre (25°1). Les amplitudes mensuelles de température sont généralement fortes à très fortes, passent à 18°3 en Janvier, et à 8°2 en Août au cours de l'hivernage (ANACIM, 2000).

Concernant le bananier, « la température optimale à l'intérieur du pseudo tronc et vers sa base est de 28°C. Dans les zones où la température varie entre 25 et 30°C, la vitesse de croissance est optimale » (Telemans, *ib*). Sa demande thermique est comprise entre 25 et 40° (CNUCED, 2016). « En dessous de 25°C cette vitesse diminue lentement (jusqu'à 20°C) puis de plus en plus vite. L'activité de la plante est réduite quand la température est inférieure à 16°C. Elle s'annule à 11°C. En dessous de 12°C les fruits sont endommagés » (Telemans, *ib*). La floraison des petites naines en période froide (décembre, janvier) entraîne l'eutrophisation du régime. A partir de traitement de données brutes, de températures recueillies par l'ANACIM à la station de Tambacounda, pour la période 1980-2019, nous présentons la figure 7 qui met en évidence les conditions thermiques du milieu en relation aux exigences de la plante.

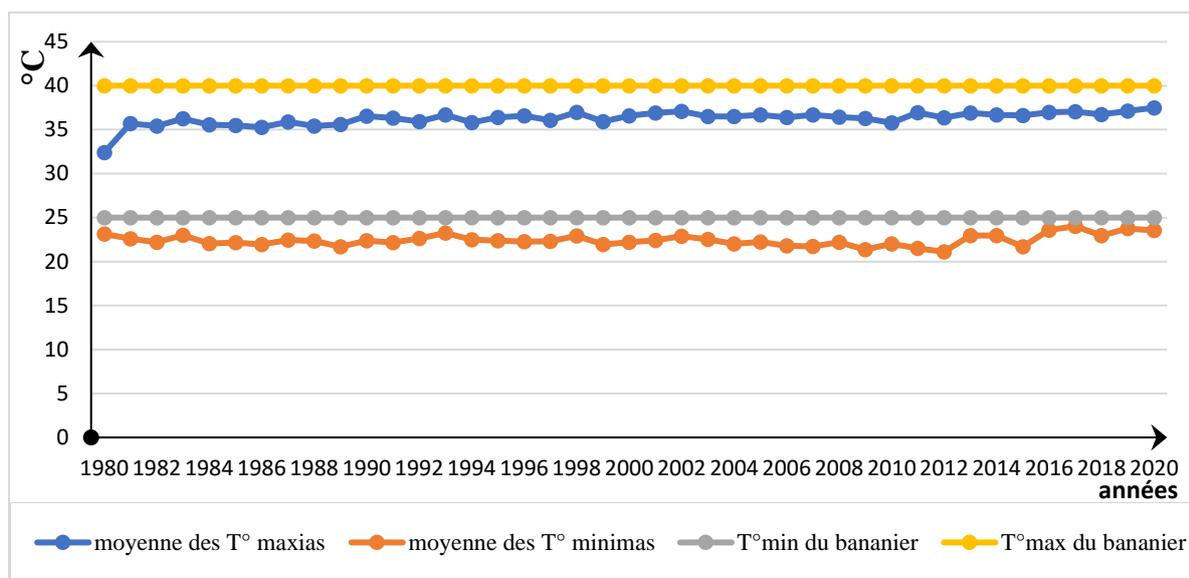


Figure 7: Courbe d'oscillation des températures du milieu de 1980 à 2019 comparée aux exigences thermiques du bananier (données : ANACIM)

L'analyse du graphique montre que les maxima mensuels de température sont inférieurs à 40° durant toute la période 1980-2019. Les minima sont certes au-dessous de 25° mais sont tous supérieurs à 20°, alors que c'est à partir de 16° que l'activité de la plante est réduite. La moyenne des minima est de 22° et 36° est la moyenne des maxima. Donc 29° est la température moyenne du milieu dans la période 1980-2019. A partir de ce graphique, on peut exactement déduire que les températures du milieu répondent aux exigences thermiques du bananier.

II.2. Insolation du milieu et exigences hydriques du bananier

Le bananier supporte de fortes insulations si l'approvisionnement hydrique est satisfaisant. Le déficit d'insolation diminue l'activité du bananier par la réduction de l'évapotranspiration. Par exemple, les feuilles ombragées par les autres ont des ouvertures de stomates moindres (Shmueli, 1946). Alors, la plante a besoin d'un ensoleillement important pour ouvrir fortement les stomates (chargés de l'évapotranspiration) des deux faces limbiques (CNUCED, *ib*). La nébulosité ralentit la végétation et augmente la taille des rejets. 1500 à 1800 heures d'insolation est un seuil limite et 2000 à 2400 heures sont favorables (Memento de l'agronome, 2012). Cette insolation conditionne une irrigation régulière d'un approvisionnement d'environ 180mm d'eau par mois (CNUCED, *ib*). Par contre, une insolation brutale avec un déficit hydrique provoque un palissement des limbes puis des nécroses (brulures) notamment sur les jeunes bananiers.

L'eau retenue dans le sol s'évapore progressivement par assèchement à partir de la surface (Champion, 1960). Les quantités ainsi perdues peuvent être considérables, variant fortement avec le microclimat de la surface (température et humidité), le couvert végétal et l'état physique de

l'horizon superficiel du sol. Le Sénégal oriental est réputé de région chaude du fait des fortes températures mais aussi de l'importance de l'insolation. Le graphique suivant (figure 8) met en évidence l'évolution de l'insolation à travers des données de l'ANACIM à la station météorologique de Tambacounda.

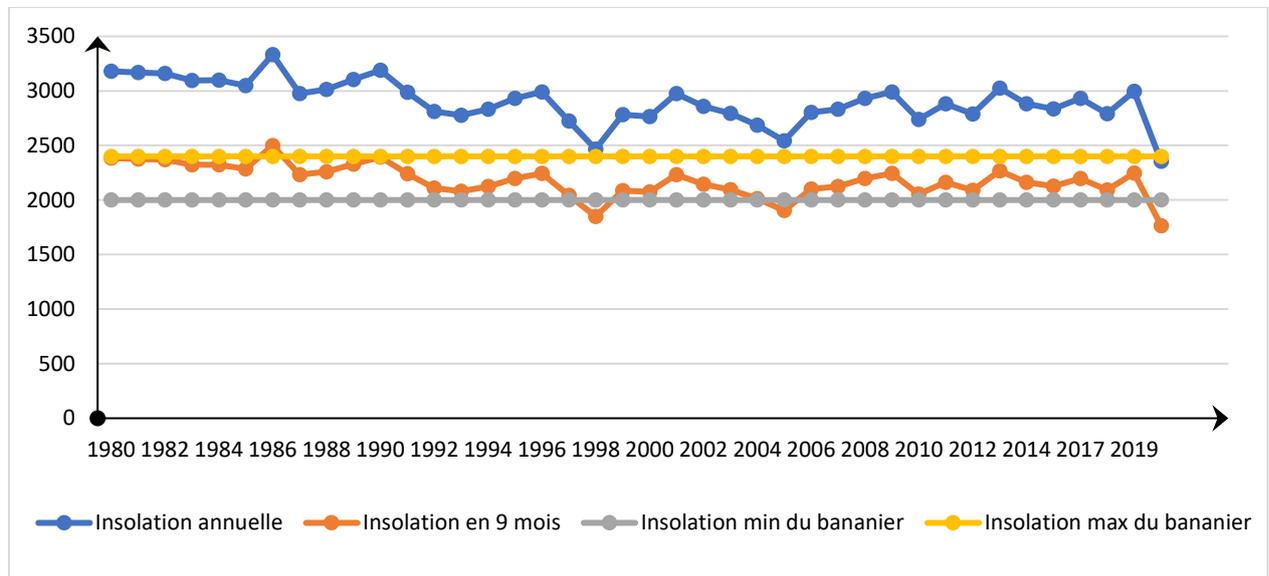


Figure 8: courbe des moyennes mensuelles de l'insolation en heures pour 2019 (données ANACIM)

L'insolation moyenne annuelle de la série 1980-2020, observe une tendance en baisse, passant de 3180 heures en 1980 à 2354 heures en 2020. La demande en insolation du bananier étant de 2000 à 2400 heures, le milieu présente alors des conditions d'insolation satisfaisantes. Cependant le bananier n'a pas besoin d'une insolation sur 12 mois. L'insolation dont il a besoin reste dans les 9 mois correspondant à la durée avant la floraison. Raison pour laquelle, c'est l'insolation pour les 09 mois de développement végétatif qui doit se conformer à la demande comprise entre 2000 et 2400 heures. Cette tendance est presque normale pour l'insolation de la zone dont les extrêmes pour les 9 mois sont 2400 et 1766 heures pour une moyenne de 2176 heures. On en déduit qu'il y'a une insolation satisfaisante pour le développement des bananeraies.

En somme, la pédologie, avec le caractère hydromorphe des sols, les températures, avec une amplitude comprise entre 20 et 40°, et l'insolation d'une durée annuelle entre 2000 et 2400 heures justifient d'une part l'aménagement et le développement des bananeraies à Gouloumbou. Ces paramètres ne sont pourtant pas les seules qui ont encouragé le choix de la zone pour l'aménagement des bananeraies. Pour cela, on va montrer l'importance des ressources en eaux dans le développement des bananeraies dans la zone de Gouloumbou.

III. LES RESSOURCES EN EAU

Le bananier est une plante régulièrement exigeante en eau. Dans les pays où la saison pluvieuse est plus longue, la pluviométrie est quasiment la seule ressource d'alimentation hydrique des bananeraies. Contrairement aux pays secs où l'apport artificiel à travers l'irrigation constitue la ressource première de l'alimentation des bananeraies. Les ressources en eau utilisées dans la bananiculture à Gouloumbou sont les ressources fluviales de la Gambie et les ressources pluviométriques locales. Les eaux souterraines ne sont pas privilégiées dans cette zone vu l'importance de l'écoulement du fleuve, mais aussi de la proximité des bananeraies par rapport au cours d'eau.

III.1. Le fleuve Gambie et son bassin

Dans la zone de de Gouloumbou, les bananeraies sont irriguées à partir du fleuve Gambie. La bananiculture à Gouloumbou doit donc en grande partie son statut au fleuve Gambie. En effet, le fleuve Gambie est le premier déterminant de l'aménagement des bananeraies dans la zone de Gouloumbou. Alors, dans ce cas, une analyse hydrologique en rapport avec les attentes des aménagements hydro-agricoles des bananeraies est nécessaire.

Prenant sa source dans les contreforts du Fouta Djalon à 1150m d'altitude, Le fleuve Gambie est d'une longueur de 1180 km dont 658 km jusqu'à Gouloumbou. Il prend un cours sinueux entre les collines Bassaris, du Sud Est au Nord-Ouest. Ainsi, il se caractérise alors par les méandres du lit mineur qui, en débit de Sa largeur (150 m à 200 m en moyenne), ne suffit pas à contenir les plus fortes crues qui débordent largement au cours des années de forte hydraulicité (Chaperon et *al*, 1974). Les plantations de bananeraies sont aménagées dans les creux méandreuse.

III.1.1. Le bassin de la Gambie

D'une superficie de 77 100 km², dont 54631 km² (soit 70%) dans le territoire sénégalais, le bassin de la Gambie, suivant ses caractéristiques physiques, est subdivisé en deux grandes parties :

➤ La partie maritime

D'orientation générale Est-Ouest, elle est limitée au Nord par le bassin du Sine-Saloum, au Sud par celui de la Casamance. Les apports des affluents, dont les bassins, se situent en majeure partie en territoire sénégalais et caractérisés par des sols sans relief et très perméables, sont peu importants et correspondent au drainage de la nappe du Continental Terminal. Les

apports proviennent en quasi-totalité de la partie amont du bassin et le fleuve, très ennoyé, est fortement soumis à l'influence de la marée dont les effets se font sentir jusqu'en amont du pont de Gouloumbou qui limite les deux parties (Chaperon et *al, ib*).

➤ **La partie continentale**

D'orientation générale Sud-Est-Nord-Ouest, elle s'oppose à la partie maritime par le relief, la nature des sols et la pluviométrie plus intense. Elle est caractérisée par les hauts bassins (6% de la superficie du bassin à Gouloumbou) d'altitudes moyennes supérieures à 600 m (Chaperon et *al, ib*). 12% de la superficie du bassin continental est façonné par un relief vigoureux avec des altitudes moyennes comprises entre 600 et 250 m. 29% de la superficie du bassin continental est considéré comme le moyen bassin et correspond aux collines BASSARIS. Le relief y est bien marqué avec des altitudes plus modestes (100 à 250m). Une vaste dépression horizontale de faible altitude (0 à 50 m) façonné dans le socle précambrien et dans le bassin sénégal-mauritanien s'étire jusqu'à la frontière en Gambie (Chaperon et *al, ib*). La rigueur du relief sur la partie continentale montre combien le fleuve est encaissé et qu'à un déficit d'écoulement l'accès à l'eau du chenal peut paraître difficile vu la raideur des berges.

Notre zone d'étude correspond à la frontière entre les deux parties. Le tronçon de Gouloumbou se situe à la lisière des zones hydrologiques N° 2 (les bassins du Continental Terminal des régions humides regroupés dans les bassins hydrographiques de la haute Casamance et de la Kayanga) et N° 3 (les bassins du Sénégal Oriental humide dont les rivières coulent sur les formations du socle précambrien ; Chevallier, Pouyeau , Albergel, et Dacosta, 1996). Pour mieux mettre en relations les caractéristiques hydrologiques du bassin et notre objet d'étude (les bananeraies), on peut s'intéresser aux chiffres relatifs à la pluviométrie du bassin puisque son bief continental, est un fleuve alimenté essentiellement par les précipitations.

« La pluie moyenne annuelle du bassin dans la période 1960-2016, varie de 568,8mm (enregistrée en 2009) à 1218 mm (2003) avec une moyenne de 878,1 mm et un écart-type de 148,1 mm. La pluie efficace (pluie donnant lieu à un ruissellement) oscille entre 64,9 mm (2009) et 302,7 mm (2003) avec une moyenne de 160 mm et représente 18,2% des précipitations » (Faye et *al, ib*) sur cette période. Les années à forte pluviosité entraînent des crues dévastatrices et les années à faibles pluviosité ne permettent pas un bon accès à l'eau d'irrigation du fait des étiages extrêmes qui arpentent les berges.

La pluviométrie moyenne interannuelle de 1960 à 1967 est de 1038 mm (Faye et *al, ib*) (excédentaire). Cette situation précède l'implantation des bananeraies. A partir de 1968,

s'installe une longue période déficitaire d'une moyenne pluviométrique interannuelle estimée à 812,4 mm (Faye et al, *ib*) pour la période (1968-1993 ; période d'implantation des bananeraies) soit un déficit « de -14,2% pour la pluie moyenne, et -27% pour la pluie efficace, de -49,8% pour le potentiel de ruissellement » (Faye et al, 2018) par rapport à la période 1960-1967.

En résumé, « la lame d'eau ruisselée dans le bassin qui était de 92,8 mm sur la période 1960-1970 soit 9,4% de la lame d'eau précipitée (992,6 mm), va connaître d'abord une forte baisse sur la période 1971-1994 (39,1 mm soit 4,8% de la lame d'eau précipitée qui y est de 817,5 mm) suivie par une légère hausse sur la période 1995-2016 (58,4 mm soit 6,8% de la lame d'eau précipitée qui y est de 864,1 mm) » (Faye et al, *ib*).

L'étude de ces paramètres hydrologiques relatives à la pluviométrie du bassin permet d'appréhender l'écoulement du fleuve en abordant les débits et les apports au niveau de la station de Gouloumbou.

III.1.2. Les débits et les apports

Le débit moyen écoulé était de 819 m³/s sur la période 1953-1970, (avant les bananeraies) puis s'est détérioré jusqu'à 337 m³/s sur la période 1971-1994 (avènement des bananeraies) et après a recommencé à augmenter avec 442 m³/s sur la période 1995-2016. Cette tendance montre que le régime du fleuve peut entièrement satisfaire les besoins en eau d'irrigation des bananeraies (figure 9). Si un problème peut se poser, il s'agira de la question de son accessibilité. La faiblesse des débits dans la période 1971-1994 ne peut être considérée comme un inconvénient pour la bananiculture car c'est le contexte de l'avènement des bananeraies. Et même si les cours d'eau ont connu une récente augmentation de débit, les « excédents sont moins importants à Gouloumbou avec une valeur de 23,6% » (Faye et al, *ib*). Ces données sont mesurées à la station hydrologique de Gouloumbou qui correspond à la dernière station qui mesure les écoulements en eau douce (Dione, 1998 ; Sow, 2007 ; Faye, 2019). Tout porte à croire que le fleuve Gambie à Gouloumbou est d'une ressource importante pour les activités agricoles de bananier. C'est un fleuve à fort potentiel d'irrigation. C'est ce qui fera dire à Mamadou Omar Sall (le plus grand producteur de banane du pays) que « l'eau n'est pas un problème, car la ressource fluviale est inépuisable ».

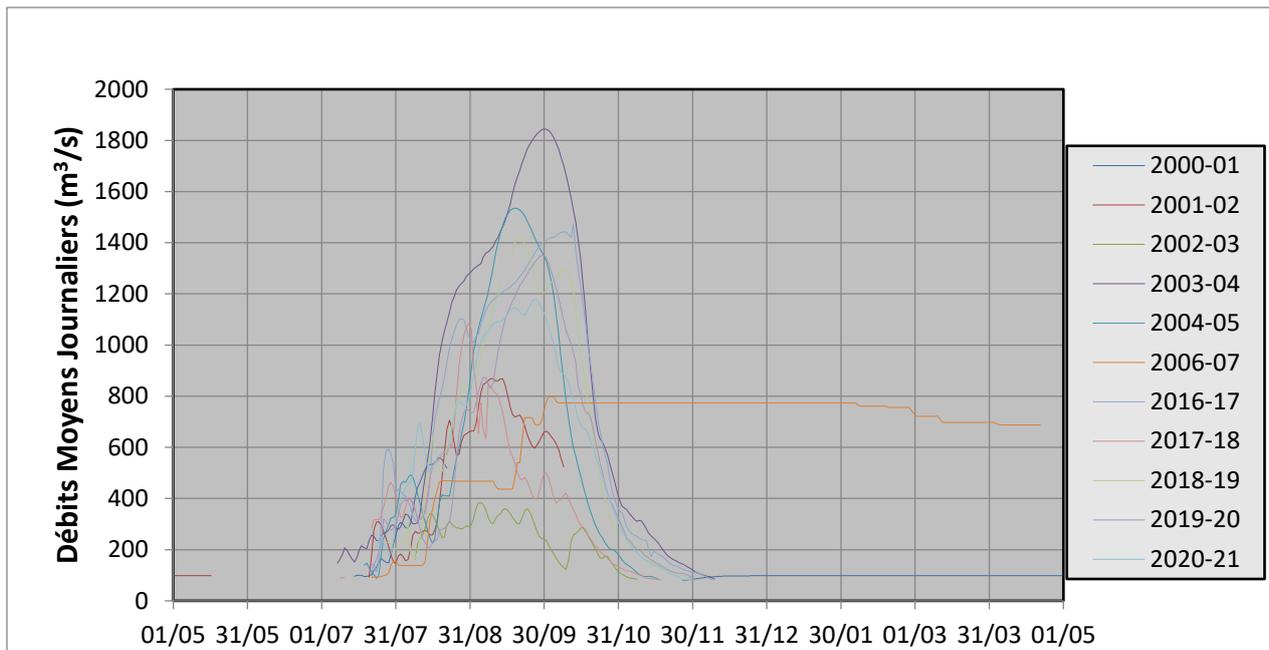


Figure 9 : Débits Moyens Journaliers à la station de Gouloumbou dans la période 2000-2020. (Sources : BHT, 2021)

III.1.3. Le régime hydrologique du fleuve Gambie

Comme la plupart des cours d'eau Ouest africain, le fleuve Gambie est du régime tropical. Dans toute l'année hydrologique, nous avons deux périodes du fleuve : une période de hautes eaux et une période de basses eaux. C'est le coefficient mensuel de débit (rapport entre le débit d'un mois sur le débit moyen annuel) défini par Maurice Pardé qui permet de savoir si un mois est dans la période de hautes eaux ou dans la période de basses eaux.

CMD= DEBIT D'UN MOIS/DEBIT MOYEN ANNUEL

Quand le CMD est ≥ 1 il s'agit d'un mois de hautes eaux

Quand le CMD est < 1 il s'agit d'un mois de basses eaux

Pour montrer l'importance de l'écoulement du fleuve qui ne se tarit pas dans ce tronçon, et caractériser les mois de basses et hautes eaux, nous serions appelés à calculer les CMD au moins d'une année hydrologique. Malheureusement, l'insuffisance des données hydrologique nous l'empêche, car dans toutes les années, les données mensuelles ne sont pas complètes. Alors, il est plus opportun de caractériser les crues et étiage du cours d'eau.

III.1.4. Caractéristiques des crues et des étiages

La Crue est caractérisée par une phase de montée, une valeur extrême (débit instantané atteint le jour du maximum), une date d'occurrence du débit de pointe. La phase de rupture correspond à l'étiage qui atteint sa valeur à la date où le débit reste constant (tableau 5).

Crue et étiage sont deux phénomènes physiques du fleuve. Tout aménagement hydro-agricole à l'abord d'un cours d'eau tropical doit tenir en compte de ces deux phénomènes extrêmes du fleuve. Dans certains cas, les crues favorisent la culture de contre saison et dans d'autres elles engendrent des inondations dans des cultures pérennes (bananeraies...) ou de saison pluviale. Les étiages quant à eux peuvent favoriser une bonne irrigation d'une part et d'autre part générer des contraintes dans les systèmes d'irrigation. Dans cette séquence, on est plus intéressé par leurs valeurs pour les caractériser. Pour cela, nous travaillons avec les débits journaliers de la station de Gouloumbou (données de la brigade hydrologique de Tamba- BHT).

La crue commence en juillet et est généralement atteinte au mois de septembre tandis que l'étiage est atteint aux mois de novembre et décembre. Les écarts entre les valeurs de crue et les valeurs des étiages sont importantes (figure 10). On note aussi la vitesse de l'étiage qui en débutant au mois d'octobre s'estompe au mois de décembre pour une durée moyenne d'environ 73 jours (tableau 3). En 2003, c'est 70 jours la phase de l'étiage pour un écart de 1760m³/s (tableau 3). On en déduit que l'étiage se fait rapidement. La phase de crue est généralement entre le mois de juillet et septembre. Donc, la crue aussi se fait sur une courte durée (84 jours en 2003 pour une valeur de 1845m³/s).

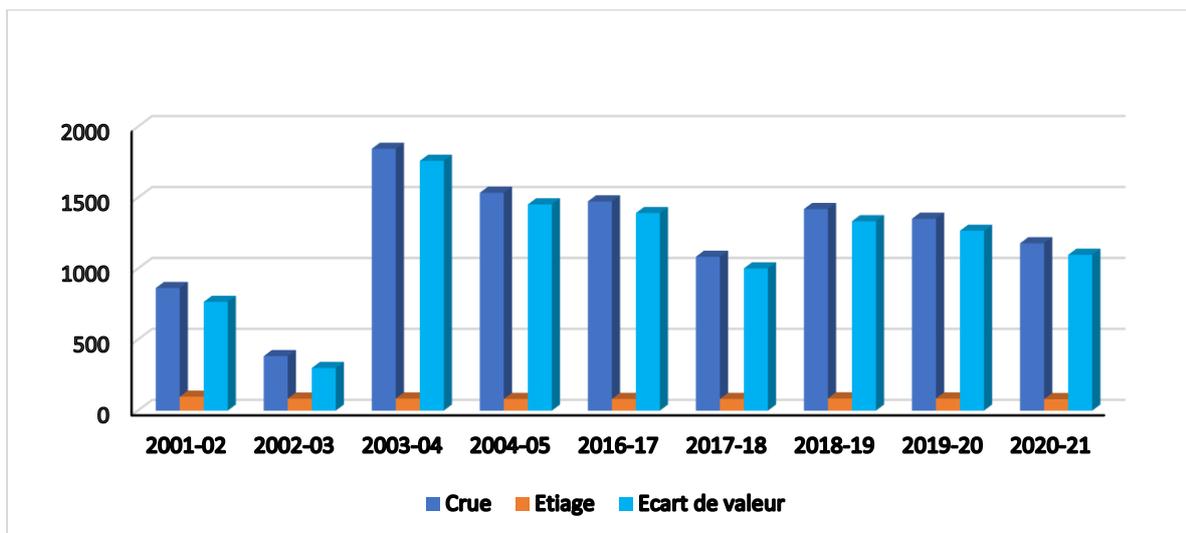


Figure 10 : Écart des valeurs des crues et étiages (Diallo, 2021)

Même si les écarts sont importants, l'étiage est presque constant et tourne autour de 85m³/s (figure 10). Ce qui suffit pour dire que le fleuve Gambie à la station de Gouloumbou présente de bonnes conditions hydriques même en périodes de basses eaux.

Tableau 3: caractéristiques des crues et étiages du fleuve Gambie, à la station de Gouloumbou pour quelques années hydrologiques

Année hydrologique	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-2021
Valeur de crue	864	384	1845	1535	1474	1084	1420	1352	1179
Début de crue	20 juillet	-	7 juillet	18 juillet	21 juillet	20 juil	24 juil	15 juil	10 juil
Date de la crue	12 sept	4 sept	30 sept	18 sept	12 oct.	30 août	20 sept	30 sept	26 sept
Valeur d'étiage	98	84	85	82	82	82	86	85	81
Date	5 mai	7 nov.	9 déc.	16 nov.	8 déc.	17 nov.	30 nov.	1 ^{er} déc.	30 nov.
Ecart de valeur	766	300	1760	1453	1392	1002	1334	1267	1098
Ecart de jours	235	64	70	59	87	79	71	93	65

La caractérisation des crues et étiages (facteurs extrêmes de l'écoulement) indique la vitalité du cours d'eau et l'importance de son écoulement. Par-là, on déduit que le fleuve Gambie présente un énorme potentiel d'irrigation à Gouloumbou. Même si le potentiel d'irrigation est énorme, « la pression sur l'eau est forte et la compétition sur la ressource est importante (...) et une grande partie de la ressource ne peut être mobilisée pour les besoins humains et s'écoule lors des crues. » (Faures et al, 2000). Bien que cette ressource fluviale soit importante, les précipitations jouent un rôle capital dans l'irrigation des bananeraies de la zone de Gouloumbou.

III.2. Les précipitations

Les précipitations caractérisées par les chutes d'eau en provenance de l'atmosphère définissent en grande partie les conditions agricoles des ruraux africains. Cependant, la région Ouest africaine a connu une sécheresse bouleversante car la pluviométrie a baissé durablement depuis plus de 35 ans, sans retour à des valeurs moyennes comparables à celles qui prévalaient avant 1970 (Mahe, 2006). « La rupture avérée dans les séries pluviométriques depuis ces années a eu des effets parfois contradictoires » (Dezetter et al., 2010). En effet, la baisse pluviométrique a entraîné généralement une baisse des écoulements, mais aussi parfois une augmentation des écoulements (Mahé et al., 2003 ; cité par Dezetter). Cette baisse pluviométrique n'étant pas régulièrement progressive, les années 2000 sont marqués par des améliorations des conditions pluviométriques. Gouloumbou étant dans la zone climatique Nord-soudanienne, sa pluviométrie se caractérise par :

- 4 mois pluvieux avec des précipitations mensuelles supérieures à 100 mm ;
- 1 mois intermédiaire dont les précipitations mensuelles sont entre 100 et 30 mm ;
- 7 mois écologiquement secs avec des précipitations mensuelles inférieure à 30 mm.

Les précipitations dont cette sous partie fait l'objet d'étude concernent celle de la zone d'étude du fait qu'on s'intéresse uniquement aux avantages et désavantages qu'elles ont sur la production bananière. La zone proprement dite, n'ayant pas de stations pluviométriques, les données de la station de Tambacounda (station la plus proche) seront utilisées et leurs interprétations peuvent certainement révéler les caractéristiques pluviométriques de notre zone d'étude. C'est dans ce contexte qu'on va interpréter les indices standardisés de précipitation (ISP) calculés sur la normale 1980-2020. Le SPI est un indice de probabilité permettant de mesurer la sécheresse météorologique. Les probabilités sont standardisées de sorte qu'un SPI de 0 indique une quantité de précipitation médiane (par rapport à une climatologie moyenne de référence, calculée sur 30 ans ou plus). L'indice est négatif pour les sécheresses, et positif pour les conditions humides (Mc Kee et al., 1993, cité par OMM). Le SPI est recommandé par l'OMM pour caractériser la sécheresse météorologique en se basant uniquement sur les données de précipitation mensuelle. C'est ainsi qu'il est calculé par la formule suivante :

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

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

Nous présentons ainsi, le graphique des SPI de la normale 1980- 2020 de la station pluviométrique de Tambacounda (figure 11)

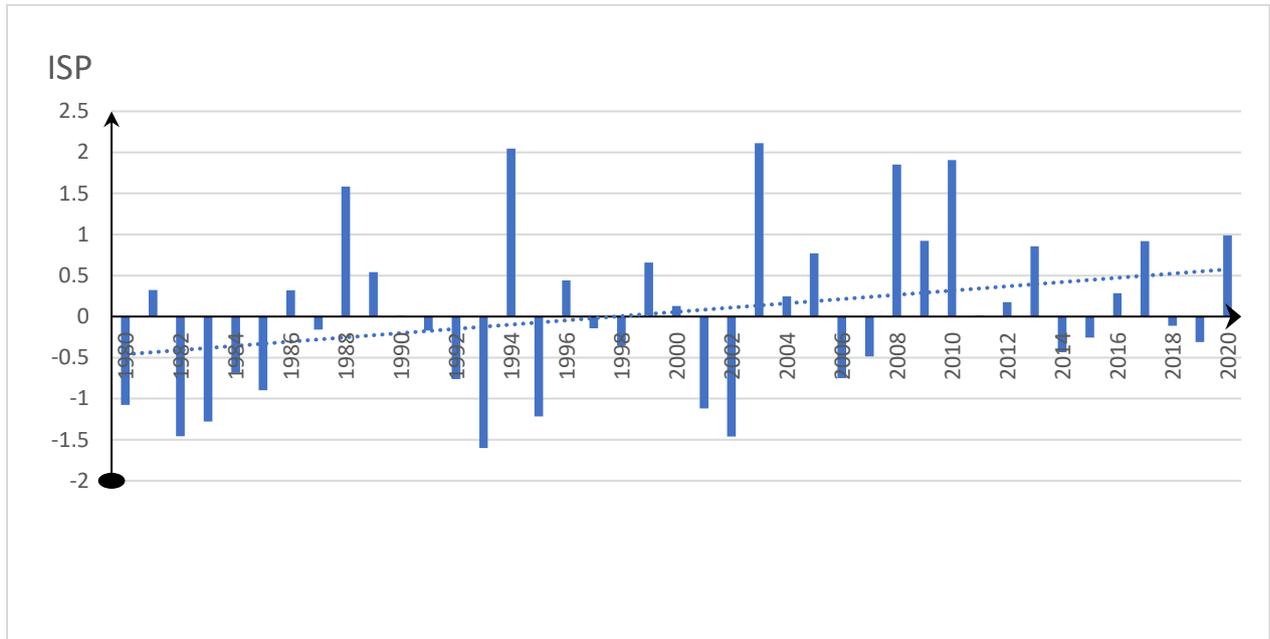


Figure 11 : Évolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Tambacounda de 1980 à 2020 suivant les SPI

Les valeurs des SPI sont interprétées dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Valeurs de l'indice SPI (sources : OMM, 2012)

Indices	Caractéristiques	Années correspondantes
2,0 et plus	Extrêmement humide	1994, 2003
de 1,5 à 1,99	Très humide	1988, 2008, 2010
de 1,0 à 1,49	Modérément humide	-
de -0,99 à 0,99	Proche de la normale	1981, [85 ;87], [89 ;92], [1996 ;2000], [2004 ;2007], 2009, [2011 ;2020]
de -1,0 à -1,49	Modérément sec	1980 ; 1982 ; 1983 ; 2001 ; 2002
de -1,5 à -1,99	Très sec	1993
-2 et moins	Extrêmement sec	-

La tendance montre une évolution croissante de la précipitation de la fin des années 90 aux années 2000, avec de fortes irrégularités interannuelles. Cette évolution s'explique par la sortie de la sécheresse sévère des années 70 vers une humidité en reprise à la fin des années 1990. Pour plusieurs années, la tendance pluviométrique est proche de la normale. Seul l'année 1993 est très sec et aucune année n'a un indice inférieur ou égal à -2 pour être extrêmement sec.

Cependant les années 1980 ; 1982 ; 1983 ; 2001 ; 2002 sont modérément secs avec des indices entre -1 et -1,49. Les années 1994 et 2003 sont caractérisées par une extrême humidité et les années 1988, 2008, 2010 par une forte humidité. Donc dans cette station, nous avons de bonnes conditions pluviométriques caractérisées par la proximité à la normale surtout de 2011 à 2020. Cependant, « si l'abondance de la pluie est un facteur déterminant de l'agriculture sénégalaise, sa répartition dans le temps est tout aussi importante en raison des risques de stress hydrique auxquelles les plantes peuvent être exposées durant les différents stades de leurs développement » (Sané, 2017). Fort de cette réalité, les aménagements agricoles doivent profiter de cette pluviométrie qui soit régulière dans le temps pour réduire le taux d'irrigation. Pour vérifier cette hypothèse, il est nécessaire de spatialiser les précipitations annuelles en analysant les précipitations mensuelles. Puisque nous sommes dans une zone climatique soudanienne, nous nous intéresserons uniquement aux mois pluvieux (mai, juin, juillet, août, septembre et octobre).

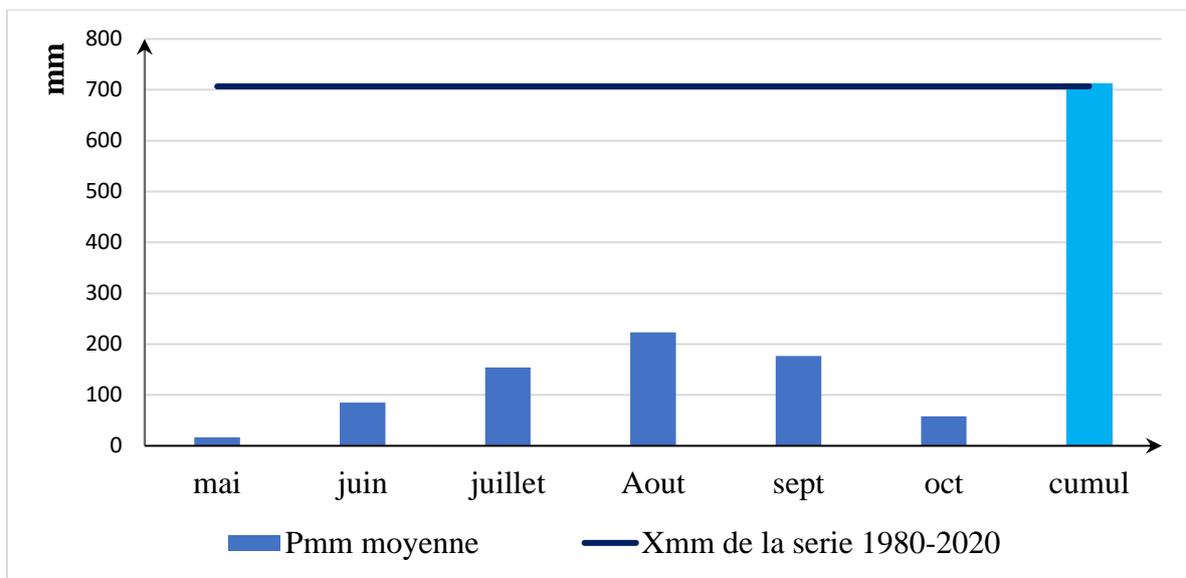


Figure 12 : évolution mensuelle des précipitations en hivernage de la série 1980-2020

Cette figure 12 montre l'évolution mensuelle des précipitations dans les mois de l'hivernage dans la série 1980-2020. Le mois d'août est le plus pluvieux avec une moyenne de 223,2mm, suivi du mois de septembre (176,5mm) et du mois de juillet (153,9mm). Le mois de juin et celui d'octobre avec respectivement une pluviométrie de (85,1mm) et (58,3mm) présentent de bonnes conditions pluviométriques pour mouiller le sol et satisfaire les besoins en humidité des bananeraies (car c'est une pluie supérieure à 15mm qui peut arroser une bananeraie sous paillage). Le mois de mai avec une faible pluviométrie (16,4mm) peut quand même arroser une bananeraie.

Il serait plus intéressant de faire un histogramme des pluies journaliers dans ces mois humides. Ce qui mettrait en évidence les jours pluvieuses ainsi que leurs écarts et montrerait alors, le caractère régulier ou irrégulier de la pluie. Par conséquent cela indiquerait si dans ces mois les bananiculteurs n'ont pas irriguer, ou bien, il y'a eu des épisodes sèches (plus d'une semaine sans pluie dans le mois concerné) ou si la pluie est en excès (par exemple, une semaine non stop de pluie). Seulement, l'indisponibilité des données pluviométriques journalières nous en empêche. De toute façon, le fort écart mensuel de la pluviométrie montre qu'il y'a pas une monotonie. Il est alors important de savoir que l'intensité de la pluie (dépassant 15mm) est nécessaire pour mouiller un sol paillé et qu'une pluviométrie de 150 mm est au minimum nécessaire pour maintenir la végétation du bananier dans les contrées où la saison sèche dure de plus de trois à cinq mois (Champion, *ib*). Ces conditions pluviométriques sont satisfaites dans la zone de Gouloumbou au cours de l'hivernage. Cela se reflète sur la luxuriance des feuilles des bananiers en saison pluvieuse (photo 1).



Photo 1 : État d'une bananeraie en hivernage, l'herbe sur la piste et les nuages justifie la saisonnalité (Diallo, Sept. 2019)

L'importance de la pluviométrie dans cette activité s'explique par les allègements qu'elle entraîne au niveau du coût d'irrigation (trois à quatre mois de suspension) et de l'effort physique que les producteurs fournissent pour irriguer. Contrairement aux autres cultures, la pluviométrie ne conditionne pas la production bananière, mais elle réduit considérablement les coûts annuels de l'irrigation. Ainsi, plus l'hivernage est long, plus les dépenses en gasoil sont réduites. L'importance de la pluviométrie dans cette production bananière ne se mesure pas à la quantité de pluie tombée pendant la saison. Elle se mesure par la régularité des averses qui dépassent 15mm. Dans nos enquêtes, nous avons interrogé notre échantillon sur les différentes ressources d'eau qu'ils utilisent dans toute la chaîne de production (figure 13). Sans exception, tout le

monde utilise l'eau du fleuve pour l'irrigation. L'eau de pluie est naturellement utilisée. Les nappes ne sont utilisées que pour les stations de conditionnement (figure 13).

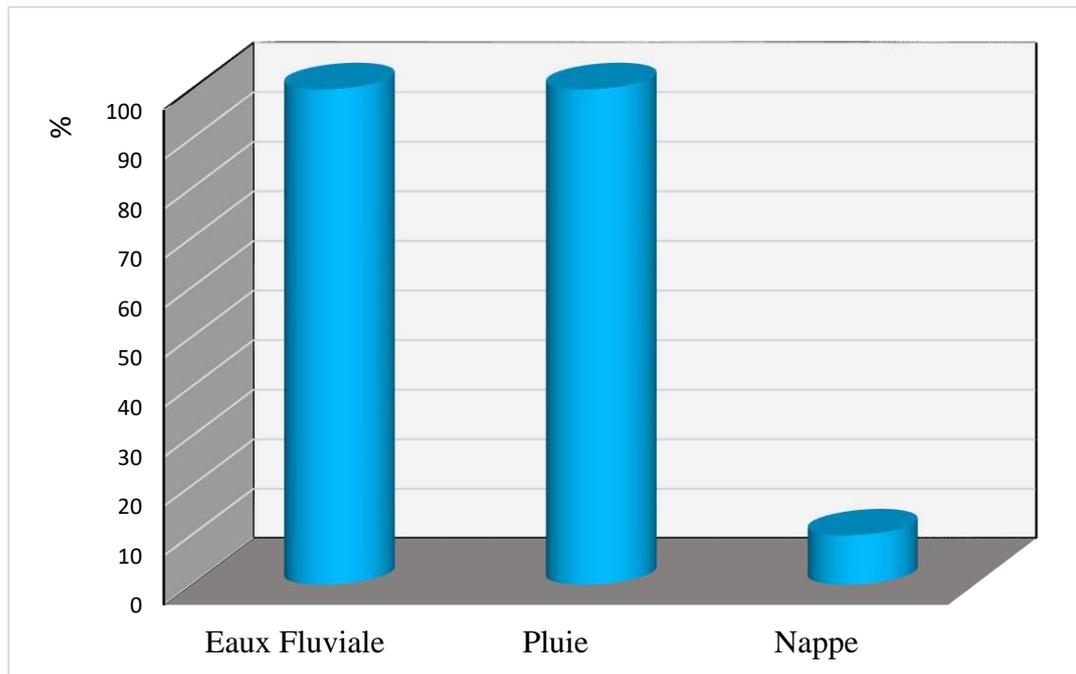


Figure 13: les sources d'eaux utilisées s par les bananiculteurs (enquête Diallo, 2021)

Les résultats, consignés dans cette figure (fig. 13), montre que 100% de notre échantillon ont coché les deux ressources (fluviale et pluviale) et que seulement 10% de l'échantillon ont coché en plus, la ressource souterraine. Cette figure ne représente pas les pourcentages d'utilisation des ressources d'eau. Elle montre uniquement les ressources utilisées. A part ça, l'eau fluviale pour l'irrigation est la plus utilisée (8 mois). L'eau dans les stations de conditionnement sont utilisée qu'en période de coupe (souvent une périodicité de 15 jours) ou pour l'assainissement de la station.

Les ressources en eaux sont les déterminants principaux des aménagements hydro-agricoles des bananeraies. Pour ceux de la zone de Gouloumbou, elles sont caractérisées par le réseau fluvial de la Gambie qui ne se tarit pas et ayant des débits de $85\text{m}^3/\text{s}$ en étiage. La pluviométrie, pour une durée de 4 mois est en plus une ressource non négligeable. La ressource souterraine entre dans le processus par sa faible utilisation pour alimenter les stations de conditionnements. Cependant, même si la disponibilité des ressources en eaux ne fait pas défaut, les bananeraies de la zone de Gouloumbou doivent son succès aux systèmes d'organisation rigoureux et adaptés des producteurs.

IV. SYSTÈMES D'ORGANISATION DANS LES ACTIVITÉS BANANIERES

La gestion d'un périmètre irrigué suppose un niveau élevé d'organisation collective pour une série de décisions indispensables. Concernant les bananeraies de Gouloumbou, l'organisation actuelle tient des bases solides fondées depuis la création. L'acharnement à cette culture va pousser de plus en plus les producteurs anciennes à adopter des systèmes d'organisation collectives et s'adapter aux divers aléas pour mieux gérer leurs activités. Toutefois des intégrations récentes basées sur l'agro-business révèlent d'autres formes de gestion (des activités de la banane) jusque-là méconnues par les pionniers. Il serait ainsi cohérent de rappeler le contexte d'émergence des bananeraies à Gouloumbou pour ensuite montrer la diversité des acteurs et enfin voir les modalités d'accès aux parcelles.

IV.1. Contexte d'émergence des bananeraies dans la zone de Gouloumbou

C'est dans un contexte de crise écologique que les projets bananiers ont vu le jour dans la zone de Gouloumbou ; en ce sens que les fluctuations du climat influencent le régime des eaux de surface, très importantes dans la colonisation humaine. Jadis, la zone de Gouloumbou, peu peuplée était occupée par des cultivateurs peulhs et malinkés, pratiquant une agriculture classique artisanale et à traction bovine, associée à l'élevage (Ouattara, 1974). C'est en 1972 que l'ONG OFADEC a initié les bananeraies dans la vallée du fleuve Gambie et devient l'organe promoteur de la « nouvelle » culture. Cette ONG reçoit de l'Etat du Sénégal l'autorisation de fonctionner dans une zone peu peuplée le long du fleuve Gambie, entre le PNNK et la frontière gambienne (Université de Michigan, 1985). Pour ces activités l'OFADEC recevait des financements de la part des Services de secours catholique (CRS), de l'aide américaine pour le développement international (USAID), de l'Organisation catholique canadienne pour le développement et la paix (OCCDP). Ce qui lui permettait de fournir l'intégralité des intrants et pourvoir un soutien alimentaire aux nouveaux bananiculteurs (Badji, 2017).

Les aménagements bananiers de l'OFADEC débutèrent avec un "périmètre modèle" « conçu en 1977 à Wassadou pour 100 coopérants, avec 25 ha de bananes irriguées » (Badji, *ib*). Si Wassadou fut le berceau de la bananiculture dans le Sénégal oriental, il ne sera pas celui qui connaîtra le plus de succès. « La banane irriguée occupera quasi-exclusivement les périmètres qui furent créés en 1978 (Adiaf), 1980 (Médina Kouta), 1981 (Koulari, Koar,

Sankagne I et II, Faraba), 1983 (Nguène I et Saal I) et 1984 (Nguène II et Saal II) » (Université de Michigan, 1985).

Cette colonisation de la bananiculture, entamée par l'OFADEC, dans la zone de Gouloumbou, suit un processus de migration. Ce qui fait de la zone de Gouloumbou un espace économique viabilisé par les activités bananières qui ont fait appel à des allochtones et peu d'autochtones. C'est alors que « le village de Sankagne, au sud-est de Gouloumbou, fut le premier foyer d'accueil des migrants des producteurs de banane dans la région de Tambacounda (...). Ces premiers producteurs allochtones ont mis en place, avec quelques autochtones, le périmètre de Sankagne I en début d'année 1981. Dans la même année, ils seront rejoints par une seconde génération de migrants agricoles composés de Sérère, Wolof, etc. des régions de Dakar, Kaolack, Diourbel, Fatick, etc. qui tenaient auparavant de petits jardins maraichers dans les Niayes de Cambérène à Dakar (...). En 1984 et 1985, une troisième vague de migrants Sérère de la région de Thiès, sera organisée par l'OFADEC en collaboration avec la chefferie chrétienne de leur région. Ces migrants ont réalisé l'extension des périmètres bananiers à Nguène et Saal. Une quatrième vague de migrants sera observée en 1986 avec 15 élèves du Centre de développement horticole (CDH) de Dakar qui aménagèrent le périmètre de Koar III » (Badji, *ib*).

A la fin de la mission de l'OFADEC, les « initiés à la bananiculture » sont laissées à eux et doivent par conséquent assurer la gestion de leurs bananeraies. C'est ainsi qu'ils ont entamé des formes d'organisations inspirées du modèle de l'OFADEC mais aussi confrontées aux réalités socio-économiques dont ils font face.

IV.2. Une diversité d'acteurs dans la chaîne de production de la banane

Le départ de l'OFADEC laisse des périmètres bananiers avec des producteurs dans un dilemme de fonctionnement. Comment restituer le rôle de l'OFADEC qui partit avec ses partenaires financiers, ses infrastructures ? dans ce souci, d'organisations post-OFADEC les bananiculteurs se constituent en GIE. Un GIE est constitué de l'ensemble de producteurs d'un périmètre qui irrigue à partir d'une même source. Certains de ces GIE, à l'exception d'autres, se mobilisent autour d'une coordination paysanne appelée APROVAG (Association des producteurs de la vallée fleuve de la Gambie). L'APROVAG fut l'organe qui se représente comme l'OFADEC. Mais sans partenaires financiers, les GIE affiliés sont dans l'obligation de payer son fonctionnement. C'est alors que l'APROVAG est chargé de gérer les marchés bananiers de ces GIE (assurer la commercialisation de la banane) et jouer le rôle du chargé de

relation entre bananiculteurs et milieu extérieur pour trouver des partenaires (techniques, financiers...). Les GIE non affiliés à l'APROVAG assurent leurs activités bananières de manière indépendantes. Pour mieux fustiger les doléances des producteurs bananiers au Sénégal oriental, suites aux catastrophes d'inondations de 2003, le CORPROBAT (Collectif Régional des Producteurs de Banane de Tambacounda) est né en 2004. Aujourd'hui, l'activité bananière s'appuie sur ce collectif pour intégrer la bananiculture dans le système économique du pays, donner une valeur médiatique et accéder aux politiques agricoles nationales.

IV.2.1. Les Groupements d'Intérêt Économique (GIE) et leurs fonctionnements

Les systèmes d'organisation dans les bananeraies de la zone de Gouloumbou distinguent des GIE communautaires, des GIE semi-privés, des GIE privés (figure 14).

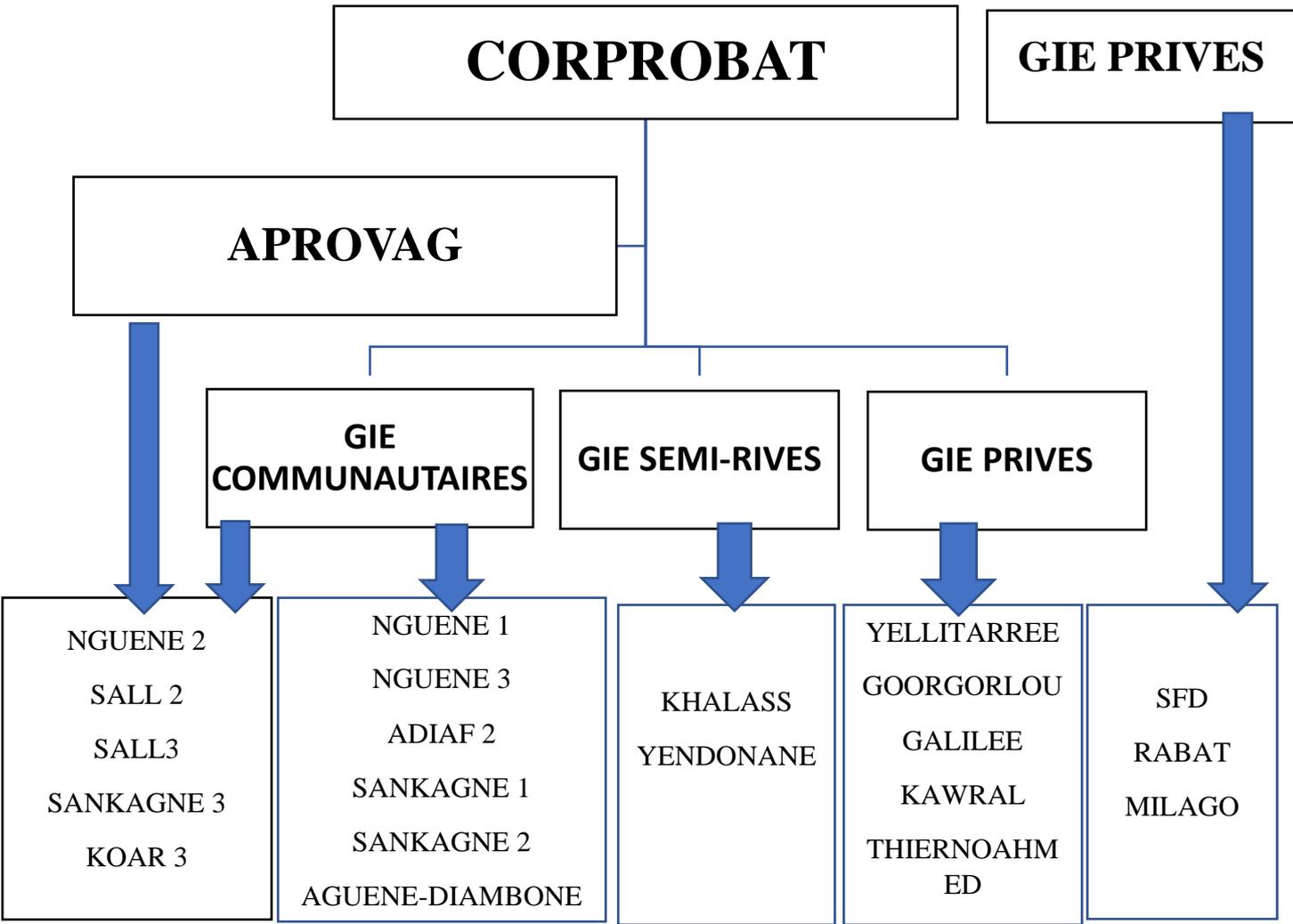


Figure 14 : chaîne d'organisation des acteurs dans la production bananières (Diallo, 2021)

IV.2.1.1. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) communautaires

Les GIE qui se sont constitués au lendemain du départ de l'OFADEC sont de types communautaires. Ils conservent les membres du périmètre sous l'ère OFADEC et intègrent davantage de nouveaux arrivants intéressés par la bananiculture. Ils concernent souvent les habitants des villages qui y ont des parcelles fixes. La terre est commune et les membres ont tous le même statut. La majorité des coopérants ont accès à une parcelle par affectation. Un comité directeur intrinsèque est nommé par les dignitaires (les vieux qui ont défriché les parcelles depuis OFADEC) ou élu à l'assemblée générale annuelle pour coordonner les activités liées à l'irrigation, au commerce de la banane mais aussi pour établir et veiller aux respects des règles de gestion et de protections de la bananeraie. Pour cela, chaque GIE se mobilise au mois d'Août pour faire le bilan de la campagne, réorganiser le bureau du comité et prendre des mesures pour l'année suivante. Le plus important de cette mobilisation c'est la décision portant sur le coût de la « cotisation » appelé autrement « gasoil » pour désigner sa finalité. La « cotisation » ou « gasoil » est une somme décidée que chaque parcelle irriguée doit s'acquitter pour assurer l'achat du gasoil, l'entretien des GMP et les activités supplémentaires des membres du comité directeur. Ce fond annuel est géré par le comité directeur. Ce comité doit faire preuve de transparence en retraçant toutes les dépenses effectuées et en mettant sur la table de l'assemblée la somme restante.

La somme de la cotisation est variable en fonction des situations du GIE, du prix du gasoil, de la qualité des GMP. Par exemple pour le GIE de Nguène 1, cette somme était de 300 000 fcf en 2008, de 100 000 fcf en 2010, de 200 000 fcf en 2020. Les membres du comité directeur sont des producteurs au même pied d'égalité que les autres, ils n'ont ni salaire officiel ni subvention. Une mauvaise gestion du budget peut les porter préjudice. Ils sont alors sanctionnés par une destitution, par une condamnation de remboursement, par une confiscation de la parcelle ou par une exclusion définitive du GIE.

Chaque membre est indépendant dans l'entretien de sa parcelle, seulement qu'il n'a pas le droit de couper et vendre sa banane sans l'aval du comité qui organise les « coupes » après avoir trouvé un client. Le bananiculteur ne reçoit son argent qu'après la division de la somme qui lui revenait en deux. Donc l'autre moitié est tirée pour la « cotisation » jusqu'à ce qu'il finit la somme convenue. Les membres qui au mois d'août, n'auront pas fini leurs cotisations seront contraints de verser 2/3 de la somme qui leur est dû, de trouver ailleurs une somme de compensation, de voir leur parcelle morcelée, au pire des cas être exclu du GIE. Pour éviter les exclusions, une approche de paiement familiale a été entamée au GIE de Nguène 1. Cette

approche consiste à faire payer obligatoirement au sein du GIE, les femmes, les maris, les frères, les fils de quelqu'un qui n'a pas pu finir sa « cotisation ». Au cas contraire, le producteur est renvoyé regrettamment de la plantation par un consensus entre dignitaires et comité directeur.

IV.2.1.2. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) semi-privés

Les GIE semi-privés sont nés des investissements des bananiculteurs ayant réussis dans les GIE communautaires. Ce mode de pratique se fait par cotisation entre promoteurs et producteurs. Les producteurs sont souvent les propriétaires terriens et le promoteur finance les dispositifs d'irrigation. Ainsi, il reste le point focal du GIE tout en formant un bureau (à partir des producteurs) qui coordonne les activités collectives, et veille au respect du règlement intérieur du GIE. Comme les GIE communautaires, chaque membre est tenu de verser une somme dédiée à la « cotisation » pour l'irrigation. Par exemple dans le GIE de Khalass, cette somme était de 300 000 fcfa revue à la hausse (325 000 fcfa) en 2019. Le promoteur est le gestionnaire de cette somme collectée progressivement suivant les récoltes. Il adopte ainsi le modèle de collecte des GIE communautaires qui coupent la moitié de la somme après chaque récolte pour chaque producteur jusqu'à ce que le concerné atteigne la somme indiquée. Cette somme dédiée au « gasoil », est à l'apanage du promoteur qui y gère tous les frais et garde le reste comme profit.

Inspirés des GIE communautaires, les GIE semi-privés, organisent aussi une assemblée générale chaque année au mois d'août pour discuter du bilan annuel, décider de la cotisation de la campagne suivante. Dans ce type de GIE, c'est le promoteur qui nomme son bureau à sa guise, et par conséquent, il n'y'a pas un moment dédié pour ça. Toutefois, ce bureau n'a pas un pouvoir décisionnel important, il assure plus l'exécution des décisions du promoteur. Les règles de fonctionnements sont quasiment similaires à celles des GIE communautaires. Par contre, ici, Le producteur se voit exclu s'il passe trois ans consécutifs sans pouvoir s'acquitter convenablement de sa cotisation ou en cas de vol.

IV.2.1.3. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) privés

Les GIE privés sont initiés par des entrepreneurs allochtones qui emploient une main d'œuvre venue de partout, moyennant un salaire de 50 000 F cfa mensuellement ou un pourcentage de 35 dans la rente de la parcelle. Dans ces GIE, on note d'abord une collaboration entre promoteurs et population locale ensuite un recrutement salarié de jeunes à la quête d'emploi venus de partout. L'exemple parfaite de GIE privé est celui de Yéllitaré de Mamadou Omar Sall. Dans ce type de GIE, le promoteur se charge des intrants (engrais, fumier, carburant) et fournis des denrées alimentaires. L'employé se charge de l'irrigation, du paillage et de

l'entretien de la parcelle. Une commission de 30 à 35% lui a versé à la fin de la campagne après la soustraction aux frais des denrées alimentaires fournies. Avec la modernisation du système d'irrigation (du système raccord au système aspersion), la commission baisse à 25%.

Un autre système de GIE privé, à l'image des industries modernes, vient juste de naître avec la Sénégalaise Fruitière de Développement (SFD) qui en 2012 s'installa dans la rive gauche du fleuve et créa le village de Mouzdahir. Ce GIE privé, recrute des salariés mensuels (60 000 F/mois) qui travaillent collectivement dans tout le périmètre. La notion de parcelle n'a pas son importance ici. Les travaux sont encadrés par des ingénieurs agronomes. Et le système d'irrigation (aspersion) est indépendante de la main d'œuvre. Cette activité salariale indépendante de la productivité bananière a attiré des jeunes jadis opérant dans des GIE communautaires de Nguène, Sall, Adiaf, Sankagne en état d'incapacité de rentabiliser leurs parcelles (une sorte de transformation des paysans en ouvriers agricoles).

Cette analyse de l'organisation des GIE tourne dans sa plus grande envergure autour de l'accès à l'eau d'irrigation (gasoil).

IV.2.2. Le rôle du pompiste

Le pompiste est la personne morale chargée de mettre en marche et aux arrêts les GMP. N'ayant pas une très bonne compétence mécanique, il n'assure pas la réparation des pannes graves du dispositif d'irrigation. Cette personne morale ou ces personnes morales sont des bananiculteurs au même titre que tous autres producteurs. Dans les GIE privées, le pompiste est salarié et par contre dans les GIE communautaire et semi-privé, son service n'est assujéti à aucune rémunération. Une somme de gratitude est versée aux groupes de pompistes à la fin de la campagne. Dans les phases de crue et d'étiage, le pompiste est tenu de se présenter chaque jour pour adapter le GMP aux dynamiques fluviales.

IV.2.3. Le rôle de l'arroseur

L'arroseur est la personne morale la plus indispensable dans le processus d'irrigation des bananiers. Chaque détenteur de parcelle est par d'office un arroseur. Cette personne est chargée de tenir et déplacer le drain agricole (raccord) d'un pied de bananier à un autre pour tout le temps que prend l'irrigation. Cette tâche ne facilite pas le déplacement (voyage) des producteurs et leurs accès à plusieurs parcelles. Au cas contraire, le producteur est tenu de trouver un ouvrier qu'il va payer entre 10 000 f et 15 000 f mensuellement pour assurer l'irrigation. C'est souvent les femmes (ménagère qui n'ont pas de parcelles) qui s'adonnent à cette activité.

IV.2.4. Le capital humain

Dans les bananeraies exercent des hommes et des femmes (figure 15). Une parcelle est attribuée à l'homme et une demi-parcelle pour la femme. Les femmes exécutent la même tâche que les hommes pour l'entretien proprement dit de leurs parcelles. La facture à l'irrigation dépend de la parcelle et du temps d'irrigation. En effet, une parcelle irrigue deux fois de plus qu'une moitié de parcelle et le propriétaire d'une parcelle paye le double de la facture d'un possédant de demi-parcelle. En ce qui concerne les programmes collectifs, les femmes sont dispensées de ces activités lourdes. Mais dans des GIE comme Khalass, les femmes à tour de rôle, sont dans l'obligation de passer dans les parcelles des pompistes pour les besoins d'irrigation. Il est important aussi de noter une récente reconversion des femmes en « bana-bana ». Jadis, les « bana-bana » dans la zone de Gouloumbou était des hommes qui souvent n'avait pas de parcelle. Mais depuis 2008, avec la crise économique qui a fortement affecté les bananiculteurs, la plupart des femmes se sont familiarisés avec la vente de leurs produits dans les marchés de Gouloumbou, de Manda et du centre-ville de Tambacounda.

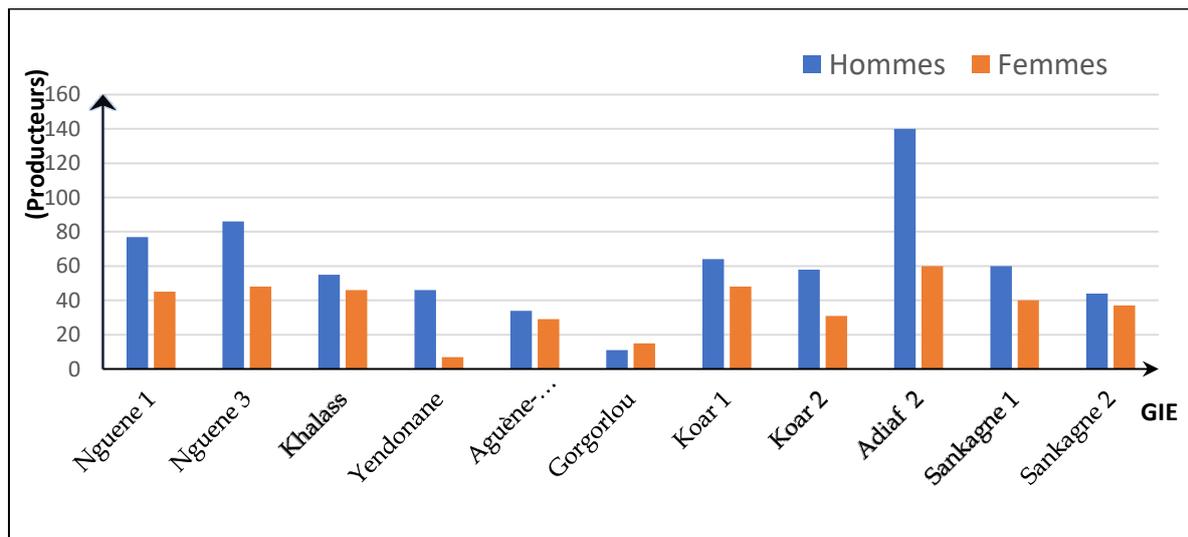


Figure 15 : répartition par sexe des producteurs bananiers dans les GIE (données CORPROBAT, 2020)

Au-delà, de l'approche par genre, on distingue aussi des classes d'âge. La plupart des bananiculteurs sont d'âge adulte (31-50 ans) suivit par les vieux ayant plus de 50 ans qui sont exempté des programmes collectifs mais reste seule dans la gestion de leurs parcelles. Les adolescents occupent la classe d'âge minoritaire et ont accès aux parcelles par héritages ou pendant les derniers aménagements.

IV.3. Modalités d'accès aux parcelles

Pour l'accès aux parcelles, nous avons demandé les modalités (figure 16). Et les résultats ont montrés que dans la plupart des GIE, les coopérants ont accès par affectation (65%). Les affectations concernent les vieux ayant aménagé dès le départ, mais aussi des adultes ayant rallier la bananiculture et les récentes affectations à des jeunes (fils de bananiculteurs). Ces affectations se font sur une réserve foncière limitée et contrôlée par le GIE. La garantie du contrôle par le GIE se base sur le défrichement de ces terres par des membres du GIE. Sur l'échantillon, 22% ont accès par héritage. Les achats (9%) sont très rares et concernent souvent des clauses entre un membre du GIE et un autre membre du même GIE qui s'apprête à rentrer dans sa localité d'origine. Les autres (4%) qu'on a interrogés ont accès aux parcelles par l'intermédiaire de son propriétaire (métayage par celui dont la parcelle a été affectée). Ils travaillent la parcelle (irrigation, paillage et entretien) et partagent en équité les revenus avec le propriétaire. Ce dernier fournissant l'engrais et le fumier.

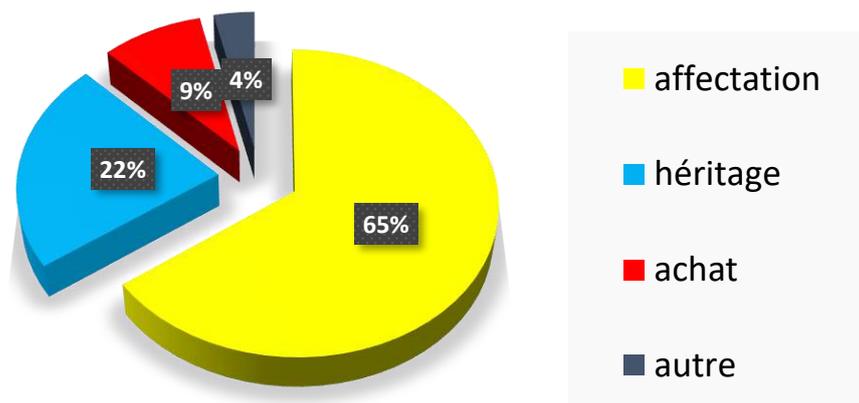


Figure 16: Modalités d'accès aux parcelles (Source : enquêtes Diallo, 2021)

L'accès aux parcelles identifiés à travers ces modalités montre l'imbrication des producteurs à la bananiculture qui reçoivent leurs parcelles par affectation et les conservent jusqu'à ce qu'elles soient héritées par leurs progénitures.

Le milieu physique analysé à partir de la topographie, de la pédologie et du climat satisfait aux exigences culturelles du bananier. La disponibilité des ressources en eaux est le pilier primordial qui soutient l'aménagement des bananeraies dans ladite zone. L'organisation des acteurs assure une bonne base de maintien et de durabilité de la production bananière. Il serait donc intéressant d'entrer dans le fond pour comprendre les pratiques culturelles du bananier dans cette zone bien caractérisée.

CHAPITRE II : CARACTÉRISTIQUES CULTURALES DU BANANIER

Le bananier en tant que culture pérenne se développe dans des conditions spécifiques. Les spécificités culturelles de la plante émanent de sa biologie qu'il est important de comprendre. Dans ce chapitre, nous sommes appelés à étudier les paramètres biologiques du bananier pour enfin mieux expliciter les modalités culturelles du bananier observées dans notre zone d'étude.

I. BIOLOGIE DU BANANIER

Comme toute espèce végétale, le bananier présente des aspects biologiques qui lui sont propres. Comprendre la biologie du bananier, permettra d'établir la relation entre les caractéristiques vitales de la plante et les conditions biologiques qu'offre le milieu. Dans cette section, nous sommes appelés à catégoriser le bananier, à expliquer son cycle végétatif.

I.1. Variétés de bananier

Le bananier fait partie de la famille des Musacées et comprend plus de 1000 variétés (CIRAD), qui diffèrent principalement par la taille de leurs fruits (Meunier et *al*, 2011). Du point de vue botanique, le bananier se divise en espèces à fruits non comestibles (CNUCED, *ib*) et se reproduit par la multiplication végétative. Ainsi deux groupes sont identifiés : le groupe diploïde (AA et AB) et le groupe triploïde (AAA, AAB et ABB). Le groupe triploïde AAA comporte les variétés de banane dessert utilisées pour l'exportation : Gros Michel, Figue Rose, sous-groupe des Cavendish (plus de 20 cultivars). Le sous-groupe des Cavendish ou banane dessert attire principalement notre attention parce que ce sont ces cultivars (Grande Naine, Petite Naine, Robusta, Williams ...) qu'on rencontre dans la zone de Tambacounda.

Les principales variétés au Sénégal sont :

➤ La Petite naine

Elle est de petite taille avec des feuilles larges et des pétioles courts. Le bourgeon mâle a des bractées persistantes qui couvrent toute la partie de la hampe sur le régime. Et les fruits (bananes) sont courbés. Sa plante est plus résistante au déficit hydrique du fait qu'elle ne se casse pas facilement. Sa floraison en période froide entraîne l'eutrophisation du régime.

➤ La grande naine

Avec une hauteur comprise entre 2,5 à 3 mètres Ses feuilles sont larges et relativement courtes ; le régime légèrement tronconique. La persistance des éléments mâles sur le rachis est plus prononcée.

➤ **Robusta**

Comme son nom l'indique, elle est d'un pseudo-tronc robuste et assez long. Le régime est long et cylindrique. Les mains (groupes de banane) sont très serrées autour de la hampe.

➤ **William**

C'est une variété plus résistante aux écarts de température. Pour cette caractéristique, elle est considérée plus par les bananiculteurs comme la variété qui résiste plus au déficit d'intrants.

Après ces gammes de variétés pionnières, des vitro-plants sont travaillés en laboratoire et sont aujourd'hui dans la tendance du fait de plusieurs considérations (conditions culturales, qualité des fruits, demande en marché...). Le vitro est plus adapté du fait de sa taille moyenne et de son rendement, mais aussi de la conservation et de l'esthétique de ses fruits. Depuis son avènement, le vitro gagne plus de terrain au détriment du « Cap-Vert » (grande naine) qui est trop longue et résiste difficilement aux vents et aux petites naines qui résiste aussi difficilement à la fraîcheur des mois de décembre et janvier. Cependant, L'accès à ces vitro-plants est un privilège-la plantule est chère (500 f) et n'est donc pas à la portée de tous les producteurs. Les producteurs de la zone de Gouloumbou cultivent toutes les variétés citées précédemment. Pour l'instant, la fréquence de culture de la grande naine est plus importante (tableau 4).

Tableau 5 : fréquences de culture des variétés bananières (Source : enquêtes Diallo, 2021)

Variétés	Pourcentage de culture (%)
Grande naine	89
Petite naine	81
Williams	42
Vitro	40
Robusta	28

I.2. Croissance du bananier

La croissance du bananier dépend de la variété mais aussi des conditions bioclimatiques et culturelles. Alors, il serait important d'aborder cette question par la présentation morphologique du bananier et l'analyse de son cycle de développement.

I.2.1. Morphologie du bananier

Le bananier est une plante herbacée, avec un pseudo-tronc (enchevêtrement des gaines foliaires) variant de 1,5 à 8m (selon les espèces et les variétés), une souche souterraine vivace, globuleuse (0,3 à 0,60m de diamètre) appelée rhizome ou bulbe et des feuilles longues de dimensions croissante. Le tronc du bananier porte un seul rameau qui formera à maturité un régime constitué de fruits (bananes) charnus sans graines.

I.2.2. Cycle de développement du bananier

Trois phases caractérisent le cycle de développement du bananier : une phase végétative de 6 à 8 mois, une phase de floraison d'une durée de 3 à 4 mois. Et une phase de fructification d'une durée de 3 à 4 mois. La durée du cycle de développement dépend de la variété bananière mais aussi des conditions culturelles (climats, fertilisation). Pour la variété Cavendish le cycle est entre 9 à 12 mois.

L'inflorescence, annoncée par l'apparition de bractées, se présente comme un cône violacé dirigé d'abord vers le haut puis, suite à la croissance du rachis, vers le bas (géotropisme positif) tout en déployant des gaines violacées, bractées, comportant à leurs aisselles des doubles rangées de fleurs femelles, mains, de 15 à 22 bananes. Chacune de ces fleurs, après développement parthénocarpique de son ovaire donnera un « doigt » ou banane qui, à la chute de la bractée, se recourbe vers le haut (géotropisme négatif). Chaque nœud ou double rangée de doigts constitue une main. Quant aux fleurs mâles, elles restent groupées sur le cône violacé situé à l'extrémité basale de l'inflorescence. La récolte intervient lorsque les doigts atteignent une croissance diamétrale suffisante (disparition des arrêtes). La plante mère, ayant achevé son cycle est rabattue à un mètre du sol. Le rejet fils sélectionné pour lui succéder va préparer la production du cycle suivant.

I.2.3. Évapotranspiration du bananier

Le bananier réclame, comme tout végétal, beaucoup plus d'eau que ce qui lui est nécessaire pour l'édification de ses organes (100 à 150 litres d'eau pour un bananier Nain) (Champion, *ib*). Sa consommation est essentiellement destinée à la transpiration (tableau 5). L'étude de ce phénomène est essentielle, puisque déterminant les « demandes » en eau de la

plante, variant fortement avec les facteurs agissant sur le microclimat où elle se développe (Champion, *ib*).

Les stomates, localisées sur les limbes, sont les organes régulateurs de la transpiration. Elles s'ouvrent et se ferment contrôlant ainsi dans une certaine mesure le degré de la transpiration (Champion, *ib*). La densité des stomates dépend des modes d'irrigation utilisés (au sol ou par aspersion_ SHMUELI, 1946) et leurs fonctionnements dépend de la lumière. Elles s'ouvrent à environ une heure après la présence de lumière et se referme à une heure après l'absence de lumière (Morello, 1951). Elles sont aussi sensibles à la teneur en eau du limbe. La fermeture totale des stomates ne se produit que par un déficit en eau de la feuille de 19 à 21 % en moyenne (Morello, *ib*). Cette fermeture totale ne se constate que rarement, sinon la nuit, car les stomates sont encore sensibles à l'humidité atmosphérique. Cependant, une fermeture presque totale ne limite pas suffisamment la transpiration pour réduire nettement sa consommation d'eau (Champion, *ib*). Beaucoup de plante, en stress hydrique ajustent leurs transpirations ; tel n'est pas le cas du bananier. La fermeture des stomates n'est pas totale même quand la fraction de l'eau utile tombe à 34 %, 7 à 9 jours après l'irrigation (Morello et Shmueli). Même dans des ouvertures de stomates de 0 à 2 microns, les transpirations peuvent rester considérables (Shmueli, 1946). Ainsi le bananier par transpiration ne se protège pas complètement du stress hydrique et le degré de fermeture des stomates exprime le besoin en eau de la plante, par suite de la baisse d'eau disponible dans le sol.

Tableau 6 : Quantité de la transpiration des feuilles du bananier suivant les conditions climatiques (d'après Morello, 1951)

Nature de la feuille	Humidité	Température	Transpiration
Feuille adulte	40%	30°C	39 mg/dm ² /mn
Feuille jeune	41%	28°C	27.6 mg/dm ² /mn
Feuille adulte, dans un Jour calme ensoleillé	35%	32°C	47 mg/dm ² /mn
Feuille adulte dans un jour avec vent et soleil	15.7%	34°C	48.3 mg/dm ² /mn

I.3. Les exigences du bananier

Comme tout être végétal, des éléments vitaux sont obligatoirement nécessaire pour la survie et le bien-être du bananier.

1.3.1. Les besoins nutritionnels

Le bananier est un consommateur d'azote et de potasse (Meunier et *al*, 2011).

1.3.1.1. Exigences en éléments minéraux

Si la plante n'a pas accumulé suffisamment de réserves minérales avant la floraison, le régime sera mal conformé, ce qui se traduira par un fort gradient entre mains (Lassoudière, *ib*). Le manque de potasse entraîne un flétrissement précoce des feuilles les plus vieilles. Cela induira un retard de remplissage et une fragilité du fruit. Si la fertilisation est insuffisante ou déséquilibrée au cours de l'intervalle floraison-récolte, la qualité intrinsèque des fruits sera perturbée. Par exemple, si le rapport potasse / azote est inférieur à 2, le risque de dégrain (pourriture de la hampes) et la sensibilité à l'antracnose (maladie entraînant de taches noirâtres sur le fruit) sont plus élevés (Lassoudière, *ib*).

1.3.1.2. Exigences en Matière organique

La matière organique est riche en azote et carbone qui attaquent les roches et dégagent les principes fertilisants. C'est ainsi que l'humus rend le sol plus légers et plus poreux (Félix, 1935). Donc le bananier en a nécessairement besoin pour faciliter le développement de ces racines.

1.3.2. Les exigences hydriques

Les recherches sur les besoins en eau du bananier ont débuté dans la période 1946 – 1954 avec SHMUELI E. et MORELLO J. respectivement dans le lac du Jourdain, en Israël, et à Sao Polo au Brésil. L'alimentation hydrique est le premier facteur à considérer pour le maintien et la valorisation du potentiel du régime de bananes. Le maintien du fonctionnement des racines à l'optimum est primordial.

« Le bananier a un besoin en eau compris entre 900 et 1200 mm pour tout son cycle de vie. Ses besoins mensuels sont de l'ordre de 125 mm sous conditions humides et de 180 à 220 mm pour les régions à air sec avec occurrence occasionnelle de vents desséchants (Telemans, *ib*) ». Pour certains auteurs (Lassoudière), le besoin moyen est de l'ordre de 120 à 150mm d'eau par mois. Les conditions d'humidité permanente sont excellentes pour le développement végétatif. Un excès d'eau est préjudiciable au bananier et inversement la sécheresse peut avoir des conséquences graves. La tolérance à la sècheresse peut dépendre de la variété. Toutefois, elle résiste mal à une sécheresse de plus d'un mois (Lassoudière, 2007).

1.3.2.1. Le bananier en stress hydrique

Le manque d'eau se manifeste premièrement par un ralentissement du rythme des émissions foliaires. L'intervalle entre deux émissions passe de 7 à 25 jours, pour le bananier Nain (Sumerville, 1944). Puis une diminution de la durée de vie des feuilles s'en suit. L'engorgement des feuilles peut être aussi causé par la carence hydrique ainsi que la rupture du pseudo-tronc. Si le défaut d'alimentation en eau se produit à l'époque de la croissance interne de la tige florale, des accidents spectaculaires atteignent l'inflorescence, dont la sortie est plus ou moins gênée (Champion, *ib*). Les gaines n'atteignent pas leur longueur normale, les pétioles se rapprochent les uns des autres. Le régime peut rester oblique, et se déformer, ou même, ne pouvant sortir du faux tronc, subir des torsions, sortir latéralement, et être de toute façon inutilisable commercialement. Plusieurs parcelles dans les bananeraies de Gouloumbou sont atteintes par le stress hydrique en période sèche. Visiblement, ces bananiers présentent des feuilles jaunes et sèches (photo 2).



Photo 2 : Caractéristique d'une bananeraie en stress hydrique au GIE de Nguène 2 (Diallo, mars, 2021)

1.3.2.2. Le bananier en excès hydrique

L'excès d'eau fragilise les fruits et risque d'entraîner une durée de vie verte (DVV) courte (Le temps écoulé entre la récolte et le début de la phase climatérique_changement de couleur, ramollissement de la pulpe). Dans le cas de bananiers en conditions de submersions sans mouvements d'eau, les pieds jaunissent en 2 ou 3 jours et se décomposent en moins de 3 semaines (Lassoudière, *ib*).

II. Les modalités culturelles du bananier à Gouloumbou

La banane commerciale est plantée, dans la plupart des cas, dans des systèmes de monoculture intensive où l'agriculteur doit entretenir la fertilité du sol (CNUCED, *ib*). C'est une culture soumise d'une part aux conditions physiques du milieu et d'autre part aux moyens

techniques et financiers du bananiculteur. Ce qui fait que les techniques culturales ne peuvent être générale à travers le monde. Alors, la méthodologie culturelle du bananier qu'on abordera ici est celle observée chez les producteurs à Gouloumbou.

II.1. La plantation

La plantation du bananier dans la zone de Gouloumbou ne se fait pas au hasard. Elle se fait en des périodes déterminées. Ainsi, deux périodes de plantations sont identifiées. L'une au mois d'avril, qui consiste à planter les rhizomes et l'autre en Août, qui consiste à planter les boutures (rejets). Le choix de ces périodes et semences n'est pas fortuit. Il prend en compte les conditions hydrologiques mais aussi les conditions climatiques. La plantation consiste alors à creuser un trou d'un diamètre supérieur ou égal à 0,5m et d'une profondeur d'environ 30cm. Les trous sont disposés rectilignement sur un intervalle de plus de 1m. Le matériel utilisé est la houe et le pelle. La densité de semis est de 2.500 à 3.500 plants/ha (planche 1, photo 1.1).

II.2. Entretien de la culture

Le bananier est une plante très exigeante en termes d'entretiens. Ainsi, pour un bon rendement, le bananiculteur est tenu de suivre un programme d'entretien que la culture lui impose.

II.2.1. La fertilisation

Afin d'assurer une bonne croissance et une meilleure production, le bananier a régulièrement besoin d'apports organiques et chimiques.

II.2.1.1. Les Amendements Organiques

L'amendement organique se fait par l'apport en fumure dans la cuvette de chaque bananier. La fumure à base d'excréments animal (Planche 1_ photo 1.3) est la plus utilisée. Ainsi des camions se chargent de la collecte et du transport des fumiers de leurs points de disponibilité (dans les villages éleveurs) aux bananeraies. Chaque exploitant, le désirant, y achète la charge à 60.000f. Pour une parcelle, il est conseillé d'approvisionner deux camions dans l'année afin d'assurer un bon apport en matières organiques. Toutefois, la dose recommandée à l'hectare est 60 tonnes (Lassoudière, 2012) par an, même si les quantités apportées sont souvent de 40 tonnes/ha. Le programme de fumure doit débiter 1 mois après la mise en terre et va accompagner le bananier durant tout le cycle végétatif. De surplus, des GIE dans la production biologique amendent avec du compost (planche 1_photo 1.4). Bien qu'important et désiré par les bananiculteurs, le compost n'est pas à l'apanage de tous les GIE.

II.2.1.2. Les Amendements Chimiques

Pour alimenter les bananeraies en éléments chimiques, les bananiculteurs de la zone de Gouloumbou utilisent des engrais chimiques (Urée, NPK) et de plus en plus des engrais biologiques industriels. Un poignet d'engrais est versé chaque deux semaines dans la cuvette du bananier jusqu'à ce que les fruits (bananes) commencent à se charger. L'engrais Urée est utilisé pour la croissance et l'engrais NPK est utilisé pour la vigueur. Alors l'urée est servie avant la floraison. Après, c'est le NPK qui est utilisé pour la maturation du régime. Ces amendements apportent de l'Azote, du potassium et du Phosphore au bananier.

- L'Azote est un facteur de rendement apportée sous forme d'urée à raison de 40 g d'urée par mois et par pied.

- Le Phosphore est un facteur de précocité qui influe sur la qualité du régime

- Le Potassium est un facteur d'économie d'eau et favorise le développement racinaire. Ainsi, la potasse est apportée sous forme de sulfate de potasse, à 60 g/mois/pied durant les six premiers mois et 100 g/mois/pied jusqu'à la récolte (Telemans, *ib*). « Le rapport K/N sera de 2 en début de cycle et de 3 après la jetée mais un rapport K/N de 2,5 durant tout le cycle est tout à fait valable » (Telemans, *ib*). Toutefois, ces amendements coûteux ne sont pas réalisés par tous les bananiculteurs. Chacun se débrouille avec ses moyens. Les apports en engrais sont aussi tributaires de la qualité d'irrigation. Dans ce cas, l'engrais n'est pas utilisé quand la période est sèche (défaut d'irrigation, décalage pluviométrique) sinon la plante se consume. Durant nos enquêtes, les résultats ont révélé qu'une minorité utilise du sel et de l'eau de javel : le sel comme engrais et l'eau de javel pour lutter contre les parasites (figure 17).

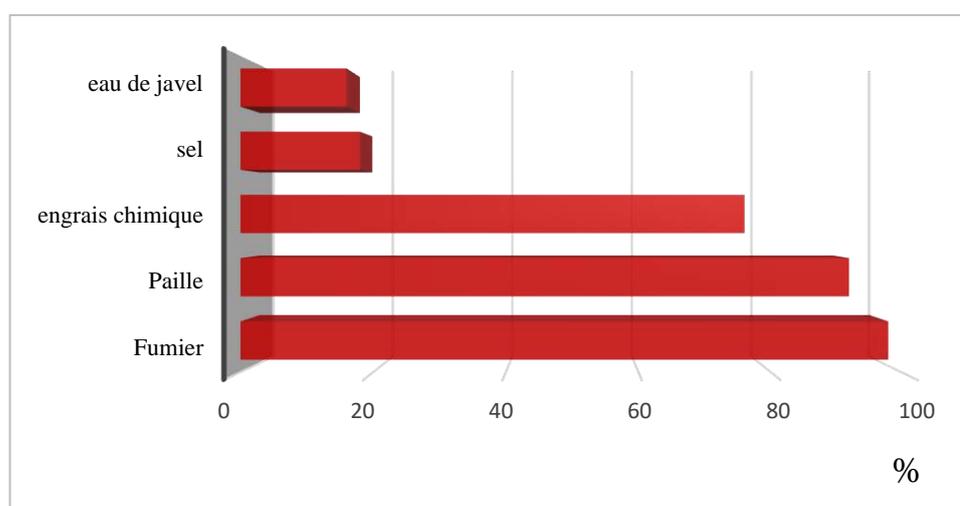


Figure 17 : fréquences d'utilisation d'intrants par les producteurs (Source : enquêtes Diallo, 2021)

Aujourd'hui avec les mesures de protection de l'environnement, les politiques « biologiques » découragent l'utilisation des engrais chimiques. Dans le cadre de la bananiculture à Gouloumbou, des projets de culture « bio » sont entamés sous l'encadrement de l'APROVAG et sous le financement de l'USAID et la multinationale Agrofair. Et c'est le GIE de Nguène 2 qui affiche les meilleurs résultats des efforts de changement politique et écologique. Cette culture biologique diminue l'empreinte hydrique du bananier par l'absence de la lixiviation de l'azote. Toutefois les rendements sont souvent plus faibles en protection Intégrée des Cultures (PIC) (Ricci P. et al, 2011) ; de plus de 30 t/ha en culture conventionnelle à moins de 10 t/ha en culture bio pour une grande majorité des rendements à Nguène 2. Cette baisse de la rente est source de découragement pour un producteur commercial qui ne constate pas une augmentation satisfaisante de son prix de vente. Pour cela, la majorité des producteurs du GIE de Nguène 2 refusent toujours d'adhérer à ce système de culture.

II.2.2. Les soins culturaux

Le bananier pour mieux se développer nécessite des soins culturaux. Les cas de maladie sont très rares dans notre zone d'étude raison pour laquelle, on ne va pas s'y attarder. Les soins culturaux dont nous parlons concernent le désherbage, l'œilletonnage, l'effeuillage et le paillage

II.2.2.1. Désherbage et paillage

Le désherbage consiste à retirer toutes les mauvaises herbes de la plantation, afin d'éviter la compétition avec les bananiers et d'améliorer la productivité de la plantation. Le désherbage, manuel ou à la houe, s'effectue tous les 1 à 4 mois en fonction de leur prolifération, qui dépend des saisons. C'est une étape indispensable dans une bananeraie dépourvue de paillage.

Le paillage consiste à couvrir le sol des bananeraies. La couverture se fait avec de la paille ou avec des feuilles d'arbre (Combretum). Les vertus du paillage sont la lutte contre l'assèchement hydrique, l'amendement organique du sol, l'inhibition des mauvaises herbes et la limitation de l'érosion. La paille est acquise dans les « faros » ou au niveau des plateaux à partir du mois d'octobre jusqu'à ce que les feux de brousse traversent ces espaces. La paille est soit coupée par le bananiculteur dans les jours non irrigués ou achetée auprès des jeunes migrants n'ayant pas de parcelles au prix de 50 F cfa le tas. Il lui faut 1000 tas pour couvrir toute la parcelle (50 000 F cfa, les frais de paillage).

II.2.2.2. L'œilletonnage et l'effeuillage

L'œilletonnage est l'opération la plus délicate de la conduite d'une bananeraie. Il consiste à éliminer les rejets au niveau du rhizome pour désencombrer le bananier mais aussi pour choisir le prochain bananier et la position au niveau des lignes. Ce qui va permettre de maintenir une plantation rentable dans un cycle de 3ans avant de replanter. En plus, Cette technique doit être appliquée au maximum chaque deux mois au niveau de la cuvette pour éviter la déficience en eau et en nutriment du bananier mère. Le nombre de rejets important entraîne la compétition qui affecte directement la croissance et la production du pied adulte « (car ils puisent tous sur la même tige souterraine) » (Meunier, *al, ib*).

En somme, les buts de l'œilletonnage sont :

- Maintenir le caractère intensif de la culture en assurant le remplacement des pieds porteurs et en maintenant une densité correcte ;
- Favoriser la venue du régime, son développement et son gain de poids ;
- Assurer une conduite rationnelle de la culture en régularisant dans le temps la production et en maintenant l'alignement des rangs dans les plantations.

L'effeuillage consiste à couper les feuilles du bananier. Les feuilles mortes s'entassent le long du pseudo-tronc et sont donc encombrant. Après la floraison, le régime doit être protégé car la banane est très fragile et le moindre coup ou frottement entraîne un début de nécrose (pourrissement) qui affecte la qualité du fruit, mais qui peut également entraîner une maturation trop précoce (Meunier et *al, ib*). C'est pour cela que les feuilles qui se jurent près du régime sont coupées. Cependant l'effeuillage doit tenir en compte de la saison. Pendant l'hivernage ça permet à la pluie d'atteindre le sol de la cuvette. Pendant la saison sèche, avec un ensoleillement fort, il est déconseillé de couper les feuilles pour protéger le régime des rayons solaires. Toutefois, « Le bananier doit avoir au moins 8 feuilles fonctionnelles à la floraison et plus de 4 à la récolte » (Lassoudiere, *ib*).

II.2.2.3. Tuteurage et haubanage

Le haubanage est une opération très simple qui consiste à placer une branche en fourche à la hampe du fruit ou à la base du tronc pour éviter la chute ou la cassure du pseudo-tronc quand le régime prendra du poids ou quand le vent soufflera fort. La deuxième méthode consiste à attacher des ficelles sur les bananiers pour qu'ils se stabilisent mutuellement en créant un contrepoids l'un sur l'autre. Le tuteurage est presque indispensable pour les bananiers d'une certaine taille. Dans la zone de Gouloumbou, cette opération se fait pour protéger contre les

vents de Juin-juillet. Les tuteurs sont coupés soit à la ripisylve ou dans les faros et montagne. L'unité s'élève à 50f.

II.2.2.4. Récolte et commercialisation

« Les grands marchés n'étant pas situés dans les zones de production, les fruits doivent être récoltés avant d'être mûrs » (Lassoudière, 2012). Dans la zone de Gouloumbou, la récolte du bananier appelée « coupe » se fait quand le fruit atteint sa maturité. Le prélèvement du régime s'effectue simplement en entaillant le pseudo-tronc pour que ce dernier fléchisse lentement. Ensuite il est réceptionné délicatement puis couper avec une machette au niveau de la hampe. Les régimes sont ensuite transportés via des vélos, des charrettes vers le point de pesage où se stationne le camion transporteur.

Dans les GIE communautaire la coupe est individuelle et dans les GIE semi-privés, elle se fait en groupes appelé « famille ». Une famille est un groupe de producteur affiliés par des liens de parenté (Khalass) ou par proximité de parcelle (Yendonane) qui s'entre-aide dans la coupe et l'évacuation de leurs régimes vers le point de pesage. Après pesage, les régimes sont directement embarqués dans le camion. Ce type de coupe est appelé Vrac (planche1, photo 1.5).

Il existe un autre type de coupe appelé communément « coupe-carton ». Elle consiste à dépiler les mains de la hampe et les ranger dans des cartons dédiés après des séances de nettoyages. Ce n'est pas une technique très répandue dans les GIE. Elle concerne plus les producteurs qui cultivent la banane bio. Le prix au kg de cette banane en carton est de 250f contre 200f pour la banane en vrac. Toutefois, les travaux supplémentaires de la banane en carton découragent cette pratique car le prix n'est pas à la hauteur des travaux. Ce type de coupe visant une clientèle spécifique fait l'objet d'exportation. En effet « la dynamique des cultures d'exportations dépend du niveau des cours des diverses filières, du degré d'intégration des producteurs régionales aux circuits commerciaux internationales » (Arlauds et al 1997). L'intégration dans les circuits internationaux sont commandités par l'APROVAG et le CORPROBAT qui entraîne leurs GIE dans la production d'une banane de qualité. Les GIE communautaires n'ont affiliés à APROVAG nomment en leurs seins des responsables commerciaux qui négocient les marchés. Dans les GIE privés, avec un fort potentiel d'influence, c'est le promoteur qui se charge de la commercialisation de son propre produit.



Photo 1.1. Plantation du bananier ; tas de rejets (A), rejets plantés (B)



Photo 1. 2. Une parcelle en Paillage

photo 1. 3.Des tas de fumier pour l'amendement



Photo 1. 4.Machine de compostage à Sankagne 3

Photo 1. 5. Coupe en vrac au GIE de Sall 3

Planche 1: culture et entretien du bananier (Diallo, mars 2021)

La culture du bananier dans la zone de Gouloumbou se caractérise par la diversité des cultivars dérivés du Cavendish (grande naine, petite naine, williams, robusta, vitro-plants). Ces variétés sont cultivées suivant leurs exigences en intrants pour être récoltées en 11 mois. Les producteurs bananiers fournissent les intrants (engrais, fumier, paillage...) suivant leurs moyens financiers qui sont à la portée individuelle du producteur et indépendantes du GIE.

Conclusion de la première partie

De manière générale, l'environnement de la culture bananière se caractérise par des conditions physiques et humaines favorables. Avec un important potentiel hydrique, d'écoulement fluvial, additionné à une pluviométrie assez importante échelonné en 4 mois, s'expriment la disponibilité des ressources en eaux suffisantes pour des aménagements hydro-agricoles. Des températures assez élevées variant entre 22 et 36° correspondent aux besoins thermiques du tissu végétal du bananier qui est en forte croissance entre 25° et 30°C. La fertilité des sols hydromorphes répond naturellement aux exigences édaphiques du bananier. L'insolation caractérisée par une valeur moyenne de 8,33h fournit entièrement les demandes de la plante en lumière. Une organisation humaine caractérisée par une certaine rigueur fait vivre les projets bananiers depuis le départ de leur promoteur (OFADEC) qui a laissé en place, une ressource humaine assez qualifiée en agronomie bananière. Les systèmes cultureux sont presque identiques dans les GIE. Cependant l'accès aux intrants relatif à la capacité financière du producteur individualise l'activité et génère des divergences dans la productivité.

La somme de tous ces facteurs augmente l'attractivité de la zone à la culture du bananier qui aujourd'hui est confrontée à des crises liées à la mauvaise gestion des eaux disponibles « en excès » pendant l'hivernage mais aussi à l'accès aux eaux d'irrigation pendant les étiages du fleuve Gambie.

DEUXIÈME PARTIE : LES CONTRAINTES D'ORDRE HYDRIQUE DANS LES ACTIVITÉS BANANIERES

Malgré le caractère favorable du milieu biophysique à la culture du bananier, des contraintes d'ordre hydrique sont notées. Et ces contraintes pèsent lourdement dans les aménagements hydro-agricoles des bananeraies. Dans cette partie nous allons voir comment les dynamiques du fleuve entravent le développement des bananeraies (Chapitre III) et dans quelle mesure la pluviométrie locale est contraignante à la production bananière (chapitre IV).

CHAPITRE III : DES IMPACTS DES CRUES ET DES ÉTIAGES DU FLEUVE SUR LES ACTIVITÉS BANANIÈRES

La reprise de la tendance pluviométrique humide caractérisée par la rupture des années 2000 a fortement impacté sur les aménagements réalisés depuis les années 70 sur la vallée de la Gambie. Le retour de la pluviométrie à son niveau moyen avec une forte variabilité interannuelle n'a pas manqué de perturber les dynamiques agroéconomiques à partir des variations des débits du cours d'eau. Ces crues et étiages influencent des ajustements dans les activités bananières. Dans ce chapitre, Les inondations, la mobilité du produit et des producteurs, l'accessibilité à l'eau d'irrigation sont mis en exergue.

I. IMPACTS SUR LE POTENTIEL DE PRODUCTION

L'eau à travers les crues entraîne non seulement des inondations au niveau des parcelles aménagées mais aussi empêche la valorisation de terres potentiellement cultivables. Les étiages quant à eux rendent difficiles l'accès à l'eau d'irrigation.

I.1. La dévastation des bananeraies par la crue

Puisque l'implantation des bananeraies a été faite pendant la sécheresse, les aménagements hydro-agricoles n'ont pas tenu compte d'un éventuel retour des eaux. Ce retour de l'humidité se manifesta en 2003 avec une pluviométrie exceptionnelle (1067 mm pour l'hivernage de 2003 contre 456 mm en 2002) et un débit maximum d'écoulement de 1844m³/s (figure 18). Ainsi, 57 périmètres appartenant à 13 villages de la rive droite du fleuve sont touchés par une inondation qui a envahi 737,5 ha sur 1109,25 ha exploités (données COSPROVAG, 2004). La dévastation des parcelles bananières s'est faite sous deux formes : au niveau des berges mais aussi au niveau du lit d'inondation. Tous les bananiers localisés à moins de 13m d'altitude au niveau des berges sont dévastés (figure 19). Avec les ruissellements pluviaux, l'érosion a doté au fleuve des « bras d'inondation ». Quand le chenal se remplit, les eaux suivent ses bras pour inonder la plaine (planche 2_photo 2.1). Ce contournement fait que les revers des berges ont de faibles chances d'inondation par rapport à la plaine qui est séparée du fleuve par les berges. De surcroît, les parcelles aménagées au niveau de la plaine d'inondation sont envahies par les eaux. Donc en se référant sur la définition de l'inondation qui « est le débordement dans la plaine après que le niveau des eaux dépasse les berges », on peut dire que ces parcelles excentrées sont dévastées par l'inondation suite à une très forte crue. Les parcelles au niveau des berges sont dévastées par la crue et sont par conséquent plus vulnérable puisqu'elles peuvent être envahies même en crue moyenne. En 2015, c'est 80ha de

bananeraie qui sont inondées dans la zone de Gouloumbou dont 11,51 ha dans le village de Koar (tableau 6).

Tableau 7 : dommages des inondations de 2015 dans les GIE du village de Koar (source : recensement union zonale de Koar)

GIE	Nombre de pieds inondés	Superficie (ha)
Aguene-Diambone	2000	1,25
goorgorlou	1840	1,15
Koar 1	8712	5,45
Koar 2	464	0,29
Koar 3	5400	3,38
Total	18416	11,51

La cote d’alerte est à 13m. À partir de ce niveau, l’eau finit d’escarper les berges et s’attaque aux parcelles bananières. C’est là où débute vraiment l’inondation. Cette inondation sévère s’est produite en 2003 où la hauteur d’eau a atteint 13,20m le 30septembre et le 1er octobre (figure 18). Les parcelles inondées avant cette hauteur d’eau sont les parcelles qui sont jutées au niveau des berges et sont souvent à moins de 100m de la limite de l’étéage (figure 19). Ces parcelles sont souvent inondées dès que la hauteur d’eau atteint 10m (figure 18). La hauteur maximale en 2019 était de 10,67m et des inondations ont été notées dans quelques GIE à l’instar de Yendonane 2. La récurrence des inondations dans les bananeraies est expliquée par ce phénomène (figure 19).

Certaines parcelles sont complètement inondées, d’autres à moitié et certaines au quart. Toutes fois ces inondations ne sont pas négligeables pour le GIE concerné car ça impute directement sur la capacité des sinistrés à s’acquitter de leurs frais de carburant. Ce fléau peut porter préjudice à tout le GIE. Certaines parcelles aussi sont fragilisées par les « lignes de crues » résultantes de l’érosion hydrique pluviale. L’eau qui ruisselle des plateaux crée des ravins de drainage pour rejoindre le fleuve. Le fleuve en contrepartie se sert de ses ravins pour évacuer les excès de son eau sur le chenal (planche 2_photo 2.1). C’est cette eau évacuée à travers ces « lignes de crue » qui remplissent les plaines d’inondation appelées « Faros » (planche 2_photo 2.2). Les parcelles bananières situées auprès de ces lignes de crue sont d’ores et déjà menacées (planche 2_photo 2.3).

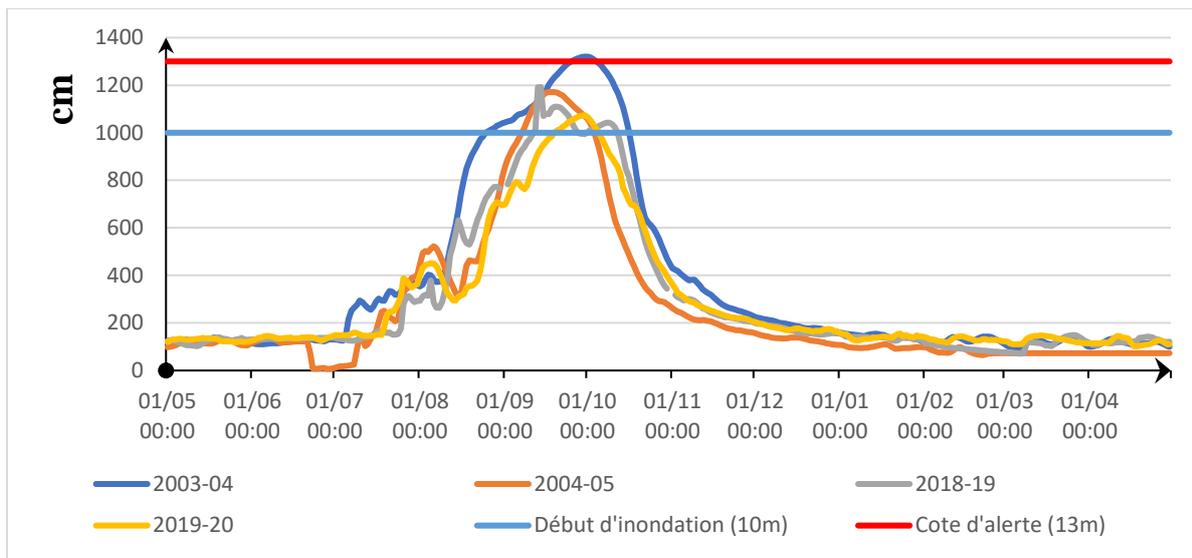


Figure 18 : phase d'inondations par crue des années 2003, 2004, 2018, 2019

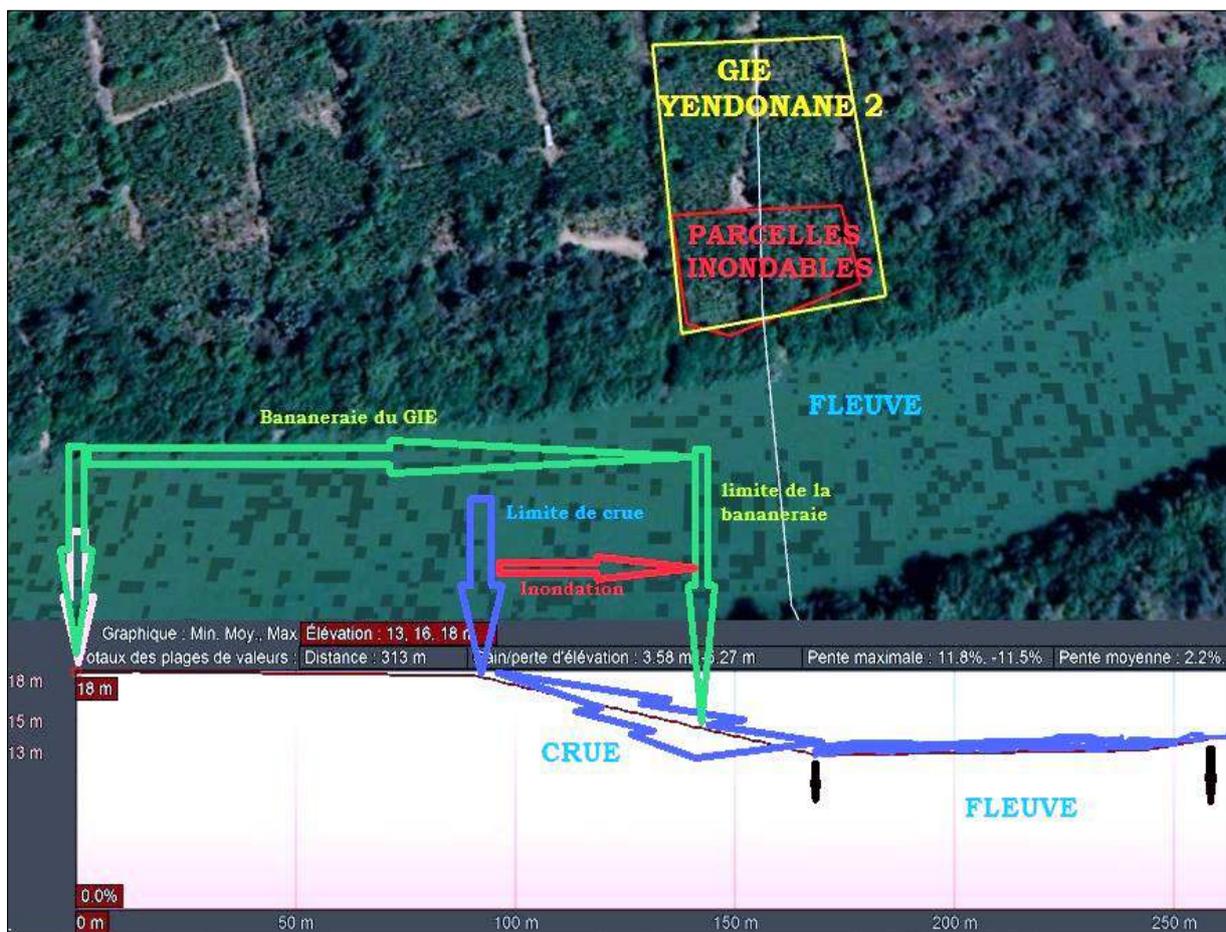


Figure 19 : Schéma d'inondation par crue au niveau des parcelles jutéés sur les berges : l'exemple du GIE de Yendonane 2 (Diallo, 2021)



Photo 2. 1. : Une ligne de crue à l'exutoire (à gauche) et son prolongement (à droite)



Photo 2. 2. lit d'inondation (gauche) station de mesure de la hauteur d'eau à Nguène 2 (droite)



Photo 2. 3. Bananeraie inondée par crue (source Alkuma, 10 sept.2019)

Planche 2: cas des inondations relatives à la crue (Alkuma 2015 et Diallo 2021)

En s'intéressant aux inondations par crue, 56% de notre échantillon affirment être victime (enquête Diallo, 2021). Et la plupart d'entre eux précisèrent que c'est en 2003 quand on leur demanda les années. D'autres ajoutèrent que c'est répété, mais ils ne retiennent pas les dates. Et les victimes sont les premières parcelles après le fleuve et les parcelles à la périphérie. La majeure partie de ceux qui ont répondu négatif se trouve au centre du périmètre. Ci-dessous, nous représentons la carte d'inondation du fleuve Gambie dans la zone du Gouloumbou (figure 20). Cette carte est réalisée sur la base de traitement d'un modèle numérique de terrain. En effet des points cotés ont servi de limiter des zones suivant l'altimétrie. De manière plus explicite, on s'est référé sur les limites de l'inondation de 2003 (la plus importante) où on a relevé des points cotés au GPS. Les limites de l'inondation ainsi que les altitudes ont été ensuite observer sur Google Earth. Le recoupement de ces données (les points cotés in situ et les altitudes observées sur Google Earth) a délimité la zone de crue entre 8,18 m et 17,4 m (figure 20). L'inondation concerne une superficie de 7661,88 hectares. Le calcul de la superficie est fait par la multiplication des nombres de pixels concernés (85132) à la résolution (30 m x 30 m).

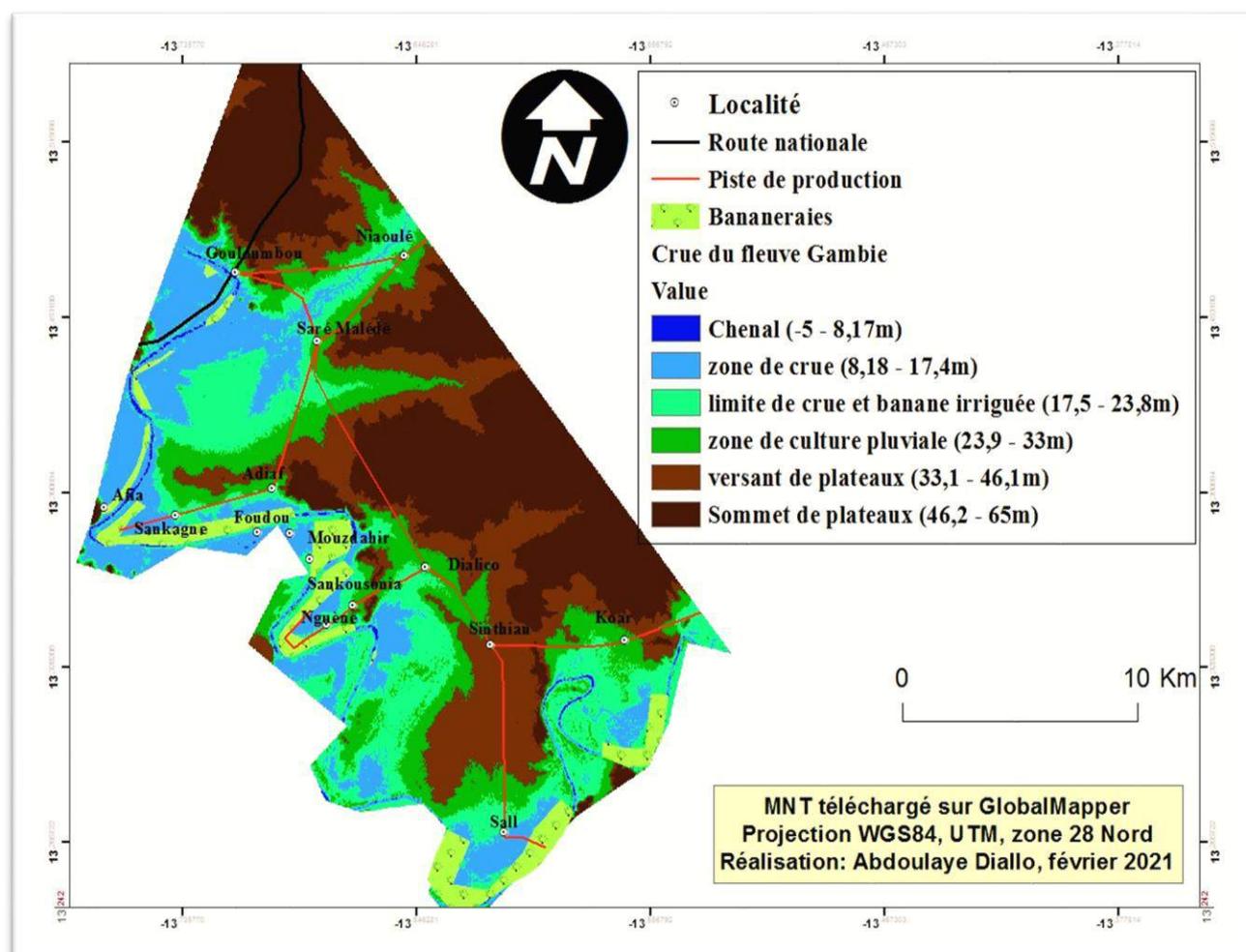


Figure 20 : Carte d'inondation du fleuve Gambie au niveau de la zone de Gouloumbou (Diallo 2021)

I.2. L'enclavement des périmètres bananiers

Les aménagements bananiers révèlent une localisation particulière (sur le revers des berges du fleuve Gambie) et décrivent une envergure rectiligne suivant le fleuve. Pourquoi pas dans l'hinterland ? parceque les dispositifs d'irrigation n'ont pas cette capacité ? L'OFADDEC, avait limité la parcelle sur une superficie de 0,25 ha par producteurs. Cette allocation se justifiait par la mise en examen des producteurs pour entretenir d'abord une petite parcelle. Mais, on peut dire que l'étroitesse des superficies bananières (0,25 ha par producteur ou bien 122 producteurs sur 21 ha à Nguène 1.) est aujourd'hui imputable à la mauvaise performance des systèmes d'irrigation mais aussi de la problématique des crues saisonnières qui limitent par endroits les possibilités d'extension des bananeraies. L'enclavement des périmètres bananiers se justifie par ces deux facteurs (crue et système d'irrigation). Le lit d'inondation (marigot) empêche une possibilité d'extension des bananeraies malgré une forte demande. L'irrigation, avec l'incapacité des moteurs à propulser l'eau dans une distance aussi lointaine est source de découragement quant à l'extension des bananeraies. Ce déficit d'irrigation, après la capacité des moteurs est imputable aux étiages qui occasionnent une forte pente au niveau des berges. La remontée des eaux d'irrigation sur les berges atténue leur propulsion. Et par conséquent l'arrivée à une distance aussi importante n'est pas évidente. Donc la crue, par ses occupations saisonnières et les étiages, par leur rôle de distancier les eaux prennent en otage l'aménagement des bananeraies sur le revers. C'est ainsi que nous avons interrogé les producteurs qui ont presque tous une parcelle sur leur capacité d'exploiter plus.

II. Impacts des crues sur la mobilité des acteurs et des récoltes

Pour aborder ce sous-chapitre, Il serait important de rappeler la création du village de Nguène en 1982. En effet, certains des peuls de Tabadian, délocalisés à Dialico suite à l'extension du PNNK, se sont intéressés à la culture irriguée de banane au détriment des cultures pluviales de céréales et de coton. Dans le souci de s'approcher de leurs périmètres, ils ont créé le village de Nguene. Alors, la création du village ainsi que l'aménagement des bananerais sont faits en une période de sécheresse. Les autres villages bananiers (Sall, Sankagne, Koar) suivent la même logique. Le retour des eaux en 2003 entraîna des inondations et modifia l'organisation et les aménagements liés aux activités bananières.

II.1. L'inondation dans les villages bananiers en 2003

Les villages bananiers de la zone de Gouloumbou, sans exception ont tous été victimes des inondations de 2003. Ces inondations entraînées par une crue exceptionnelle du fleuve

Gambie (1845m³/s) ont entraîné la dévastation de plusieurs habitations (1200 cases et 230 bâtiments selon Lescot, 2005). Ce phénomène a induit à des dynamiques dans l'occupation du sol et a éloigné les bananiculteurs de leurs bananeraies. En effet, les bananiculteurs ont été obligés de se recaser dans les villages environnants (Dialico pour ceux de Nguène, et Sinthian pour ceux de Sall) et pour d'autres même dans le centre-ville de Tambacounda sous l'encadrement de l'APROVAG. Des dynamiques internes basées sur la solidarité ont d'abord été notées (les maisons non encore inondées accueillait les premiers sinistrés) entraînant une promiscuité. Face à la force de la crue les populations n'ont pas eu le choix de s'éloigner de leur plantation pour sauver leur vie. Ainsi les villages de Nguène, Sall, Koar ; Sankagne... se virent dépeupler. Ce phénomène anéantit le flux de migrants que recevait la zone. Les bananiculteurs sèrères découragés et désespérés tentent le retour à l'origine (dans la région de Thiès) suite à cette catastrophe qui les a dépouillés de leurs champs et de leurs habitats. Certains non désireux de retourner les mains vides, occupent la zone de Montagne (un nouveau quartier). Les peuls (les premières arrivées) se redirigent vers Dialico pour retrouver leurs anciennes demeures avant l'avènement des projets bananiers dans les années 70. L'état du Sénégal, après une aide en besoins de premier nécessité, entreprend le recasement des populations des villages bananiers en lotissant des espaces peu reculés (au-delà des limites de la crue). Ce lotissement en 2004 fut la création du village appelé en langage vernaculaire « Sinthiourou » qui signifie « Nouveau » en peul pour recaser les habitants de Nguène. Les bananiculteurs toujours avides de proximité de leurs bananeraies n'ont pas si vite accueilli l'idée de se loger dans les nouveaux lotissements. Ainsi, à la fin de la crue de 2003, ils retournent dans leurs parcelles et envisagent des constructions provisoires progressives. C'est alors que la crue de 2004 (1535m³/s) fut aussi son avertissement en recouvrant presque tout l'espace inondé en 2003. Et là les populations sinistrées étaient dans l'obligation de quitter pour ne pas être victime une troisième fois. De ce fait la zone est déclarée non-aedificandi même si jusqu'à présent les constructions en durs continuent d'être occupées.

A Nguène, l'urgence de se loger, avant l'alternative de la création de Sinthiourou amena certains bananiculteurs à se recaser un peu à l'est du village inondé, juste après les quelques maisons non inondées. Aujourd'hui ces maisons sont menacées par les questions d'extension du périmètre de Nguène 2 qui e 2019 aménagea 11ha en faisant déguerpir des ménages (photo 3). Ce qui a attiré notre attention sur ce fait, c'est la disponibilité des terres dans le front méridional du périmètre. Ces terres ne sont pas aménagées puisqu'elles sont inondables ; pour dire que leur aménagement est contraint par les crues du fleuve. Les résultats de nos enquêtes

ont bien sûr révélé des besoins d'extension des périmètres contraint par l'eau. C'est ainsi 81% des enquêtés qui le confirme contre 17% qui l'infirmes. 2% n'ont de notre échantillon n'a pas répondu à cette question.



Photo 3 : Une maison rattrapée par l'extension du GIE de Nguène 2 (Diallo, Août, 2019)

II.1.1. Le parcours des bananiculteurs de Nguène 1 installés à Dialico

Situé à environ 7 km du fleuve Gambie, « Dialico est le village source de l'occupation humaine, à partir duquel les premiers producteurs de bananes du site de Nguène ont été choisis par l'OFADEC pour constituer le GIE Nguène 1 en 1982 » (Badji, 2017). C'est alors que les inondations de 2003 ont entraîné des dynamiques non souhaitées de retour à l'origine. À partir de là des bananiculteurs peuls se sont réinstallés définitivement dans le village de Dialico. 2004-2021, ils parcourent une distance de 7 km pour rejoindre leurs parcelles contre une distance de 2 km avant l'inondation (figure 21). Et cette distance est parcourue quotidiennement en saison sèche pour les besoins d'irrigation. Pour ceux qui ont des moyens de transport (Vélo, moto), ils parcourent quatre fois la distance. Et ceux qui sont à pied, se séjournent dans les plantations. Et les voilà coupés de leurs domiciles pendant la journée. En dehors de la distance, ce qui est constaté aussi c'est le retard qu'ils accusent pendant l'irrigation. Le moteur d'irrigation est mis en marche à 7h et elles arrivent souvent à 8h et demi ou 9h. alors, ils perdent un temps d'une heure à deux heures d'irrigation. Au moment où les « récalcitrants » font 4h d'irrigations, les bananiculteurs en retour à Dialico ne font pas plus de 3h. L'irrigation s'arrête à 11h pour reprendre à 16h. et l'irrigation du soir est interrompue à 18h ou bien même au crépuscule (en fonction des heures de coucher du soleil). Les bananiculteurs aussi devant marcher la distance de 7 km pour rejoindre leurs domiciles n'attendent pas que la machine soit éteinte, pour ne pas passer une partie de la nuit, en cours de route, ils quittent leurs tuyaux bien avant le coucher du soleil. Ces derniers avaient été attribués des parcelles (terrain pour habiter) à Sinthiourou

pendant le lotissement. Mais, vu qu'ils avaient déjà construit à Dialico, ils n'ont plus le courage de reconstruire dans le nouveau village (Sinthiourou). Les habitants de ce dernier village font une distance de 4km pour rejoindre le périmètre de Nguène 1.

II.1.2. La modification des itinéraires habitat - bananeraies par la crue

On vient de décliner le parcours des bananiculteurs de Dialico, située à 7 km de leurs parcelles. A cela, s'ajoute donc, la modification des itinéraires pendant la crue. « Heureusement » que c'est pendant la saison des pluies (au moment où l'irrigation quotidienne est à l'arrêt). Pas pour autant que les bananiculteurs peuvent se soulager en ce qui concerne la distance à parcourir, car les entretiens qu'exige le bananier ne permettent pas une longue absence. Les paysans sont dans l'obligation d'aller nettoyer les adventices, faire l'œilletonnage, épandre des engrais et récolter en jour de « coupe ». L'eau de crue bloque les raccourcis empruntés en saison sèche et même la route principale. Les voies de communication entre bananeries et domiciles de bananiculteurs sont bloquées suivant l'intensité de la crue. La carte ci-dessous montre l'état des itinéraires pendant une période de forte crue (figure 21).

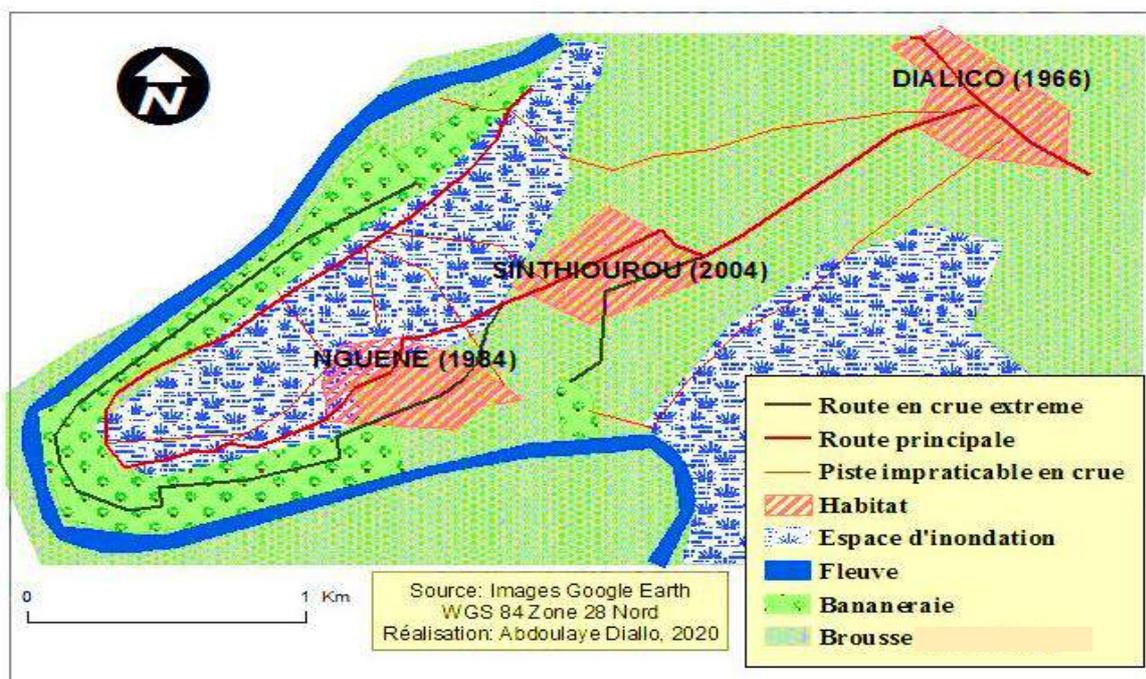


Figure 21 : Carte des itinéraires habitat-bananeraie en fonction des dynamiques hydrologiques

Ce phénomène de blocage des pistes de production par la crue se dessine dans tous les villages bananiers (Nguène, Sall, Koar, Sankagne et Adiaf). C'est une réalité qui concerne 80% des producteurs qui vont faire un contournement beaucoup plus long (enquêtes Diallo, 2021). Des producteurs à l'instar de ceux du GIE Yellitarré de Adiaf maintiennent constamment leur itinéraire, mais c'est dans l'eau qu'ils passent pour rallier leur bananeraie en période de crue.

La modification des itinéraires par la crue s'appréhende aussi au niveau du pont de Mahina sur la rivière du Niaoulé (planche 3_photo 3.1). En effet, en forte crue, les villages bananiers (Nguène, Sall, Koar, Sankagne, Adiaf) et ses voisins sont complètement coupés du reste du pays. C'est un enclavement total. Alors les camions transporteurs n'ont plus la possibilité d'arriver dans les villages bananiers. Ils se limitent de l'autre côté de la rivière. Ainsi, les producteurs pour évacuer leurs produits utilisent plusieurs moyens de transport. Les charrettes évacuent les régimes des périmètres au point de pesage (provisoire). Après le pesage à la bascule, le produit est encore embarqué dans les mini-camions (cinq tonnes) pour les acheminer au bord de la rivière (Mahina). Les pêcheurs de Gouloumbou, avec leurs pirogues y s'installent et facturent 10 000 F cfa chaque tonne pour la traversée de la banane. Enfin le produit est rechargé dans les grands camions de « l'acheteur » pour les marchés urbains. Avec toutes ces difficultés, la banane, étant très fragile, risque de pourrir en cours de route. Et c'est souvent le producteur qui en paye le prix (l'acheteur ne rembourse pas). Ce phénomène entraîne alors le découragement des producteurs qui n'abandonnent pas leurs parcelles mais qui diminuent les efforts physiques et les intrants qu'ils y mettaient. Et cela va se manifester par une baisse des rendements à la campagne prochaine et causer même des problèmes dans la cotisation pour payer le gasoil des moteurs d'irrigation. Malgré ces difficultés liées au transport, l'aménagement routier dans la zone bananière de Gouloumbou n'est pas une priorité des élus locaux (Cabinet prestige, 2010).

II.2. La délocalisation des points de pesages

La délocalisation des points de pesage est entraînée par la crue. Les camions transporteurs n'ayant plus les possibilités d'arriver dans les périmètres se limitent au front des eaux d'inondation. Des pirogues, des charrettes ou des camions (5 tonnes) sont chargés de collecter et transporter les régimes depuis les parcelles jusqu'au nouveau point de pesage (planche 3_photo 3.2). La localisation des points de pesage suit la remontée et la baisse des eaux. Cet aléa augmente les dépenses de transport par régime qui sont à la charge du producteur. Une relation économique se noue alors entre les producteurs de bananes et les populations des villages voisins qui amènent leurs charrettes pour transporter les régimes à un coût de 100f par régime. La délocalisation des points de pesage est concernée à 58 %. Les bascules non délocalisées appartiennent à des GIE non impactés mais aussi à des GIE qui pèsent dans les eaux (planche 3_photo 3.3). Avant pesage, le produit est sous la responsabilité du producteur. Mais après pesage, la responsabilité revient au GIE et au commerçant.



Photos 3. 1. chenal du Niaoulé au pont de Mahina (Diallo 15 août 2019)



Photo 3.2. une charrette dans les eaux transportant des régimes de banane (Tambacounda.info, 2015)



Photo 3. 3. un bascule dans les eaux (Tambacounda.info, 2015)

Planche 3 les contraintes dans le transport des bananes en période de crue (Diallo, 2021)

Une autre impacte de l'engloutissement des itinéraires par les eaux de crue est le retardement des périodes de « coupe ». En effet, les leaders, pour minimiser les dépenses (en argent et en énergie) patientent que les eaux se retirent pour organiser une récolte. Et dans cette patience, beaucoup de régimes sont condamnés à ne pas être vendu du fait de leurs murissements ou des déchirements de la banane. Cette période correspond à celle où le producteur perd plus de régime. Et ce n'est pourtant pas une période où le marché est bloqué par une profusion des bananes. C'est justement le problème de leur évacuation qui se pose.

II.3. La distanciation des eaux aux bananeraies

L'une des aspirations des bananiculteurs est d'avoir leurs parcelles proches de la ressource d'irrigation pour une meilleure accessibilité. Cependant, après la contrainte de laisser 200m de ripisylve (planche 4_photo 4.1), avant les premières parcelles pour ceux de la zone tampon au PNNK, ce sont les étiages qui éloignent la source d'eau aux bananiers : au fur et à mesure de l'irrigation, la distance « eau d'irrigation-banancier » augmente. Le GMP s'éloigne de plus en plus des parcelles, et les réseaux d'irrigation prennent de longueur. Alors, Les réseaux d'irrigation sont adaptés à ces dynamiques fluviales, par des nœuds de branchement des tuyaux jusqu'à la limite de la crue (photo 4). C'est donc au fur et à mesure que l'étiage se prononce, des tuyaux sont d'avantages branchés sur le réseau.



Photo 4 : nœud de branchement des tuyaux d'extension (Diallo, mars 2021)

II.3.1. La problématique des berges

Les crues suppriment les berges et l'étiage les fait réapparaître. Puisque l'irrigation se fait principalement en période de basses eaux, les systèmes sont confrontés à l'escarpement pénible des berges (planche 4_photo 4.2). On a fait une mesure pour voir la distance (la distance entre

l'emplacement du GMP en octobre - début de l'irrigation et l'emplacement en avril – fin des étiages). C'est en moyenne **50m** de longueur sur une pente de 26% ; pente assez forte.

$\text{Pente} = \frac{\text{altitude} \times 100}{\text{longueur}}$

Les berges sont parfois taillées pour diminuer la pente des tuyaux, mais le risque est que si ces berges sont bien taillées, elles peuvent servir de ligne de crue et inonder les parcelles bananières en période de hautes eaux. Le GMP doit donc fournir une bonne pression pour faire remonter l'eau des berges à travers les tuyaux principaux.

II.3.2. La problématique de l'accès à l'eau d'irrigation en période d'étiage

En période d'étiage, au-delà de la distanciation des eaux aux bananeraies, il se pose le problème de l'accès à cette eau dans les endroits où l'étiage est très sévère et les dépôts solides (sables de crue) sont énormes (planche 4_photo 4.3). Nous avons l'exemple du village de Sall où presque tous les emplacements des GMP sont caractérisés par ce fléau (planche 4_photo 4.3). Le cours d'eau est complètement envahi par les sables de crue et l'eau ne se trouve que dans des points dépressionnaires en superficielle. Il n'y a pas de profondeur. C'est vraiment un phénomène inquiétant pour l'irrigation des bananeraies à Sall. Les producteurs de Sall sont parfois dans l'obligation de descendre et creuser eux-mêmes une dépression sur le chenal du fleuve (à l'emplacement du GMP) avec des lignes d'adduction pour remplir la cavité où le tuyau est plongé.

Ce phénomène n'est pas constaté ailleurs comme Nguène, Adiaff et Sankagne. Dans ces villages, le fleuve est en profondeur et l'étiage malgré sa sévérité permet aux GMP dans leurs emplacements (choisi dans les endroits où le fleuve est profond) d'accéder convenablement à une quantité largement suffisante en eau. Toutefois, un cas est noté à Nguène quand le GIE de Néma (un aménagement voué à l'échec depuis 2016) a voulu implanter son GMP à l'abord de ses parcelles, il était confronté à une plage qu'il fallait contourner ou mettre les tuyaux PVC sur la plage qui prendraient 100m avant d'entamer l'escarpement d'une berge de 200m de longueur. C'est ainsi qu'ils ont contourné la plage et ont placé le GMP à sa limite (figure 22 ; figure 23). Ceci entraînait un mauvais aménagement des réseaux d'irrigation et accentuer les fossés de distances entre parcelles et source d'eaux (une distance de 1 km entre le GMP et les dernières parcelles). L'étiage en plus du rôle de distancier les eaux des bananiers, joue sur la pression d'eau dans les réseaux d'irrigation.

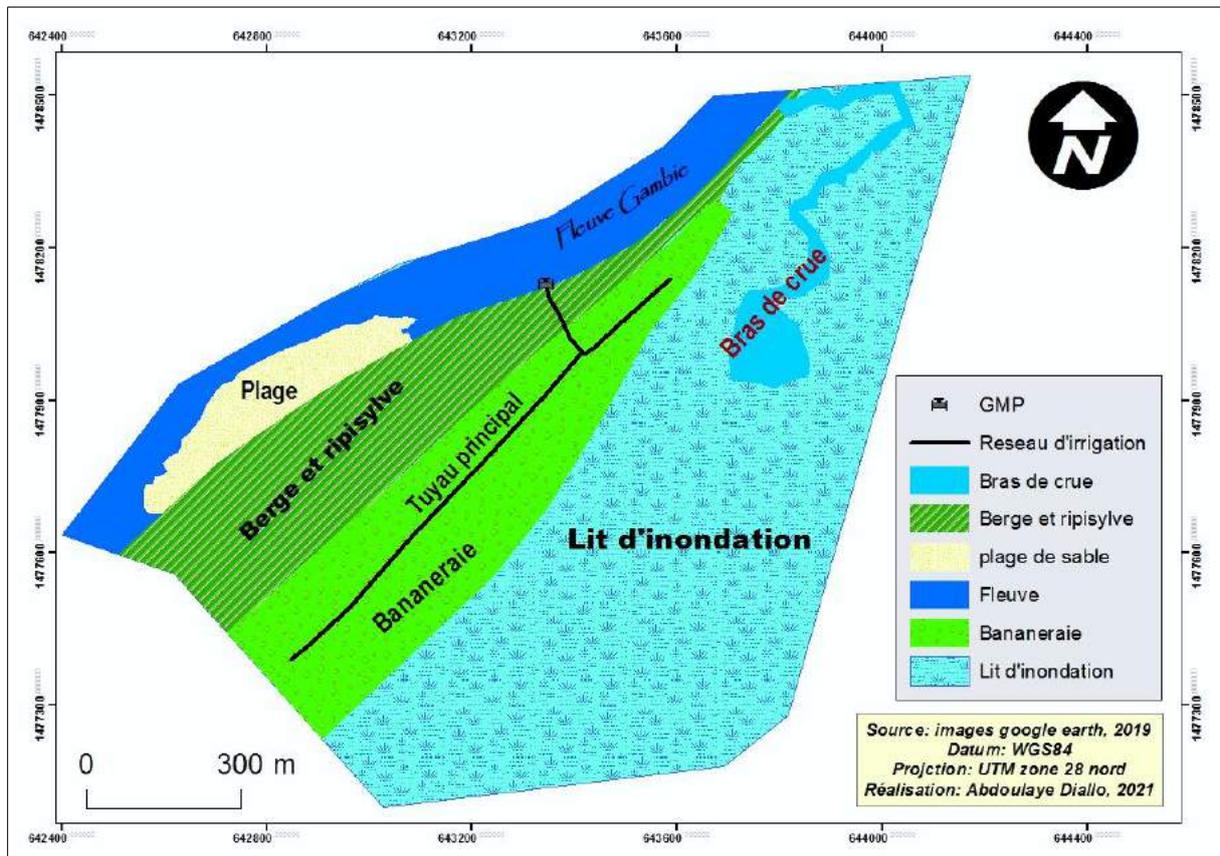




Photo 4.1. : étalonnage du tuyau principal sur une distance de plus de 200m entre le GMP et les parcelles (Diallo, mars 2021)



Photos 4.2. : tuyaux principaux au niveau des berges (Diallo, mars 2021)



Photo 4.3. : Emplacement des GMP à Sall en étiage (Diallo, mars 2021)

Planche 4 : problématique d'accès à l'eau d'irrigation (Diallo mars 2021)

II.3.2. Les variations de la pression de l'eau dans le dispositif d'irrigation

Au fur et à mesure que l'étiage s'accroît, la pression du volume d'eau arrivant au niveau des systèmes d'irrigation diminue. En interrogeant notre échantillon sur la pression d'eau en octobre-novembre-décembre comparée à celle d'avril-mai-juin, nous avons obtenu les résultats suivants : 72% affirment que la pression est élevée et le justifient par les dynamiques hydrologiques du fleuve. 26% affirment que c'est constant et seul 2% n'ont pas répondu à cette question (figure 23).

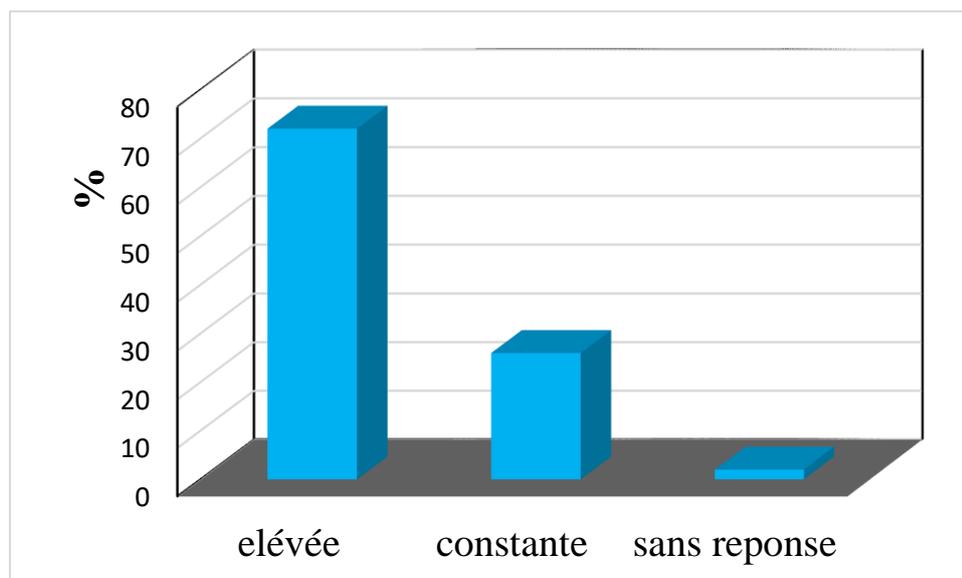


Figure 23 : pression d'eau en octobre-novembre-décembre comparée à celle en avril-mai-juin (enquête, Diallo, 2021)

La faiblesse de pression doit impacter sur le taux d'irrigation. Raison pour laquelle, on a demandé de faire la comparaison entre les nombres de pieds irrigués suivant les dynamiques du fleuve. C'est ainsi que 69% ont affirmé arroser moins de pieds dans la période avril-mai-juin du fait de la faiblesse de pression de l'eau sortante du raccord qui est directement lié à l'étiage. 18% affirment qu'ils irriguent moins de pieds en Janvier-février-mars. Mais cela n'a rien à voir avec le fleuve. Ils le justifient par la fraîcheur du moment qui fait qu'ils négligent l'irrigation en sachant que les bananiers ne seront pas beaucoup impactés par le manque d'eau. Les 8% affirmant arroser moins de pieds en octobre-novembre-décembre soulignent une absence du fait des préoccupations avec les récoltes des cultures pluviales, arachides notamment. 5% pensent qu'il n'y a pas de différence et n'ont pas répondu à cette question (figure 24).

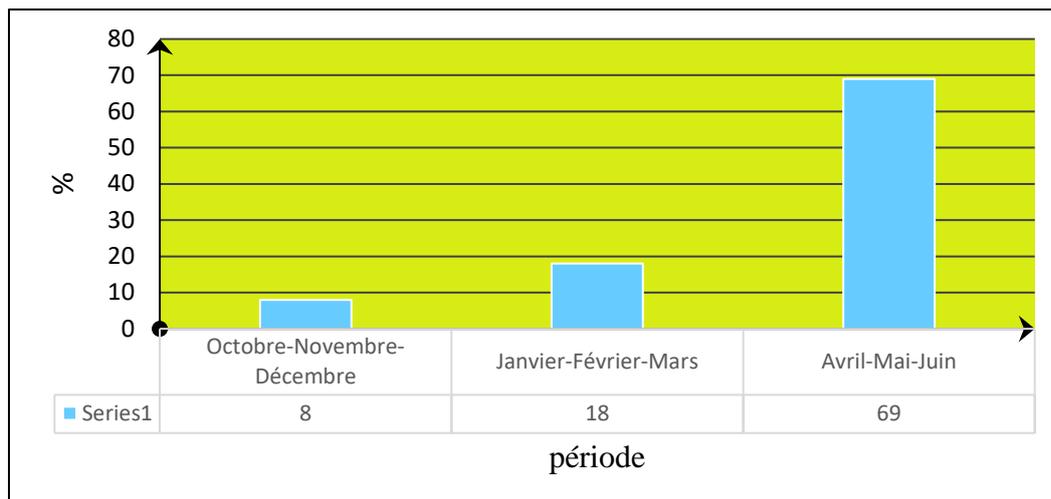


Figure 24 : Irrigation réduite de bananier suivant les mois de l'irrigation (enquête Diallo, 2021)

Malheureusement avec ce fléau de l'étiage, en crue, l'eau submerge la plage, escarpe les berges et va jusqu'à inonder les premières parcelles en s'appuyant sur les « lignes de crue ».

II. GESTION DES INONDATIONS DE CRUE

Pour gérer les inondations, les bananiculteurs agissent à deux échelles : au collectif des GIE du village et à l'échelle de chaque GIE aussi.

III.1. Gestion des inondations de crue à l'échelle des villages bananiers

Pour faire face aux inondations de crue, les producteurs bananiers essaient de boucher les lignes de crue par des gabions et des remblais (photo 5). C'est ainsi que des sacs sont remplis de sables puis placés à quelques mètres de l'exutoire. Pour les remblais, ce sont des pierres qui sont déversées sur une portion des ravins. Cependant, ces stratégies de lutte contre l'avancée des eaux en crue par les lignes de crue n'ont jamais donné de résultats satisfaisants.



Photo 5: Gabion placés sur une ligne de crue à l'environ de Nguène (Diallo, avril 2021)

III.2. Gestion des inondations de crue à l'échelle des GIE

Pour faire face à l'invasion hydrique (inondation) dans les plantations de bananiers, des GIE comme Gorgorlou, Nguène 1, Adiaf 2 ont supprimé les parcelles vulnérables. Ces espaces ne sont donc plus aménagés. Ce qui réduit le périmètre bananier du GIE en nombre de parcelles. C'est souvent le découragement des impactés qui entraîne cette situation. Ces impactés sont délocalisés dans des terrains exondés où ils entament un nouveau défrichement au cas où le GIE dispose d'une réserve foncière non inondable. Certains GIE replantent les parcelles inondées après quelques années de patience. Elles sont sauvées en crue moyenne. Mais en cas de forte crue, c'est une grosse perte pour les producteurs concernés et le GIE. Concernant les GIE n'ayant pas de réserve foncière exondée, les impactés ont le choix entre abandonner leurs parcelles ou tenter leur chance pour la prochaine campagne en cas de faible crue. Ce qui leur met dans un dilemme et dans le désespoir de récolter les fruits de leurs travaux.

Avec toutes ces contraintes liées à l'eau, nous avons demandé les gestionnaires des parcelles s'ils sont satisfaits de la taille de leur parcelle. Mais malheureusement les résultats ont montré que 62% ne sont pas satisfaits. Ils en veulent et ont la capacité de travailler plus. 38% répondirent qu'ils sont satisfaits. Et la plupart sont des vieux qui ajoutent « j'ai plus de force physique ».

Après avoir recueilli les avis sur la satisfaction de la taille des parcelles, on a poursuivi en demandant s'il y'a des besoins d'extension rendue impossible par les eaux à travers les inondations saisonnières. La pertinence de cette question part du constat que les périmètres sont entourés de terres non valorisées ; et si les producteurs ne les ont pas valorisés c'est peut-être parce qu'ils sont satisfaits de leurs parcelles et puisque telle n'est pas le cas, nous avons eu la curiosité de savoir pourquoi ces terres hydromorphes, ne sont pas aménagées. C'est tout simplement parce que ce sont des terres très vulnérables à l'inondation, même si elles sont épargnées en années de faible crue. Alors 81% répondirent qu'il y'a un besoin d'augmenter les parcelles qui se heurte à la problématique de l'eau. C'est principalement dans les GIE communautaires. 17% pensent qu'il n'y a pas de besoin d'extension et 2% n'ont pas pu répondre à cette question (figure 25).

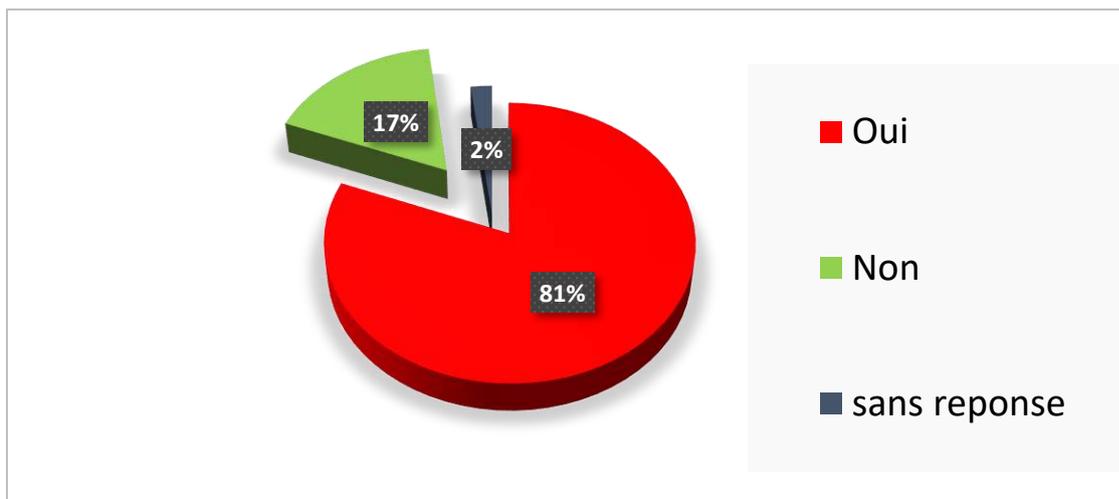


Figure 25 : Extension des parcelles entravées par les eaux (enquête Diallo, 2021)

III.3. La gestion des GMP en période de crue

Si en étiage, les pompistes sont confrontés à l'escarpement des berges, en période de crue, c'est le GMP qui est en risque (risque de noyade, risque d'importation par les forts écoulements, risque de blocage au niveau de la ripisylve, risque de stagnation quand les eaux se retirent). Pour cela, les pompistes sont dans l'obligation de se présenter chaque jour pour vérifier la position du bac flottant par rapport à celle de l'eau. Faire avancer le bac quand l'eau remonte et faire reculer le bac quand l'eau se retire.

Crue et étiage constituent deux facteurs déterminants dans les aménagements hydro-agricoles de bananeraies à Gouloumbou. Les crues impactent négativement par la perturbation des activités bananières à travers la dévastation des parcelles, la distanciation des habitats, et l'étouffement des voies de conduites du produit (banane) et de la mobilité des acteurs. Les étiages défavorisent l'accessibilité des eaux d'irrigation. Compte tenu de ces deux facteurs, les bananeraies sont condamnées à se situer sur le revers des berges avec une faible chance d'extension. Les producteurs n'ont pas le choix de s'éloigner de leurs parcelles et les systèmes d'irrigation doivent être performants.

Cette problématique liée à l'écoulement fluvial n'est pas la seule contrainte hydrique dans les activités bananières. Les précipitations, suivant leur intensité, leurs fréquences jouent un rôle dont l'aménagement des bananeraies dans cette zone doit tenir compte.

CHAPITRE IV : LA PROBLÉMATIQUE DES PRÉCIPITATIONS FORTES ET CONTINUES DANS LES BANANERAIES

Après les inondations de crue entraînées par l'écoulement fluvial, on a aussi les inondations causées par la pluviométrie locale. En effet, lors d'une forte averse, le sol se sature et subit l'action de la gravité et des forces de rétention du sol. La capacité de rétention maximale est atteinte quand les deux forces s'égalent. Quand l'action de la gravité devient supérieure, l'eau ruisselle ou stagne (Laberche, 2010). Dans ce chapitre, nous verrons le contexte de l'occurrence des inondations pluviales, les dégâts qu'elles entraînent sur les bananiers et les méthodes utilisées par les bananiculteurs pour gérer ces inondations.

I. CONTEXTE DES INONDATIONS PLUVIALES

Les inondations pluviales sont favorisées par un événement climatique caractérisé par une pluie de très forte intensité ou un cumul important de pluie sur plusieurs jours. Les inondations pluviales dans les bananeraies de Gouloumbou sont un résultat du retour de la pluviométrie des années 2000. Sur la séquence (2000-2020), on note « une nette occurrence des pluies extrêmes et de forte intensité qui augmentent l'occurrence des risques hydrologiques » (Faye et *al, ib*). Depuis la fin des années 1990, l'augmentation des précipitations de fort cumul journalier est plus rapide que l'augmentation des pluies annuelles. Alors qu'on est loin d'atteindre les valeurs de pluie annuelle des décennies humides 1951-1970, (Descroix et al, 2015). C'est cette intensité des pluies journaliers qui explique en grande partie les inondations d'origine pluviale dans les bananeraies. Les terrains soumis aux risques d'inondations pluviales sont d'autant plus victimes de la structure de leurs sols et/ou de leurs topographies.

I.1. La topographie

La topographie expose des territoires au risque d'inondation par ruissellement. En effet, Dans les zones de relief accidenté, l'eau qui ruisselle se concentre jusqu'à déborder les obstacles. Lorsque le débordement survient, l'arrivée soudaine et violente d'un gros volume d'eau peut provoquer des dégâts conséquents. Dans les plaines, du fait de l'absence de relief, l'eau qui ruisselle s'évacue moins naturellement. En conséquence, les sols sont plus vite saturés d'eau et favorisent le ruissellement. Dans les bas-fonds, l'eau pluviale y est piégée. Les eaux

ruisselées des reliefs accidentés y arrivent et augmentent la concentration. Ainsi, seule l'évaporation, l'infiltration et des prélèvements artificiels diminuent cette concentration.

I.2. La structure du sol

La survenue d'une inondation par ruissellement est également influencée par l'état du sol et les caractéristiques du sous-sol. L'état du sol influence la vitesse et le volume du ruissellement de l'eau de pluie en surface. Par exemple, une surface lisse laisse les eaux s'écouler librement sans les ralentir. La sécheresse et l'artificialisation des sols ont quant à eux pour effet d'accroître les volumes d'eau qui ruissellent. C'est d'autant plus, l'artificialisation des sols qui accentue les retenues d'eau de ruissellement ; en bananeraie, l'eau est d'abord piégée dans les cuvettes. Ce qui réduit considérablement le pouvoir ruisselant des eaux et entraîne ainsi la stagnation. Enfin, les caractéristiques du sous-sol (par exemple l'existence d'une couche argileuse imperméable à proximité de la surface) peuvent également favoriser la saturation des sols en eau et donc le ruissellement en surface. Dans ce cas, « si le drainage est lent, et si on a omis de le faciliter, le sol est gorgé d'eau et devient asphyxiant pour les racines » (Champion, *ib*).

Dans les bananeraies du Gouloumbou, les parcelles bananières inondées par les ruissellements sont doublement victimes de la topographie et de la structure du sol des terrains où elles sont aménagées. Le constat est que ces parcelles vulnérables sont aménagées dans des bas-fonds de sol argile calcaire compact et cimenté à moins de 0,25m de profondeur par le mélange avec des cailloux (l'observation à l'œil nu à partir du canal de drainage). L'exemple patent est celui du GIE khalass.

II. Manifestation des inondations pluviales : cas du GIE de KHALASS

L'abondance pluviométrique entraîne la stagnation et le cumul des eaux de ruissellement au niveau des parties dépressionnaires du périmètre bananier.

Avec la forte évaporation, les bananeraies n'étaient pas censées souffrir d'une longue submersion pour une seule pluie. Mais ce qui impacte plus c'est la continuité pluviométrique (plus de 3 jours de fortes pluies successives). La continuité pluviométrique endure le temps de submersion des bananiers qui ne supportent pas cette situation plus de cinq jours. La toposéquence combinée à la nature du sol (imperméabilité) est le facteur des inondations pluviales (pas de ruissellement, pas de filtration). Par ailleurs dans les parcelles

dépressionnaires où le sol est poreux, l'eau n'y stagne pas donc pas d'inondation pluviale. C'est exactement le scénario observé de visu au GIE de Khalass (photo 6).

L'indisponibilité des données pluviométriques journalières nous empêche de localiser ces inondations dans le « temps pluviométrique ». Les cumuls mensuels ne peuvent pas les étudier car même si la pluviométrie mensuelle est importante, alors que les averses sont décalées, il peut ne pas avoir d'effets d'inondation. Toutefois, nous savons qu'elles surviennent quand il y'a une forte averse. Et qu'elles deviennent catastrophiques quand les averses sont continuées. Par exemple, 4 jours de pluie successive se révèlent destructeurs des bananeraies vulnérables. Le sol saturé, le pouvoir évaporant réduit, l'évacuation plus ou moins facilitée, l'eau peut stagner à plus d'une semaine dans les parcelles. Elles peuvent survenir plus de deux fois la saison. La dégradation dépendra de la durée et de la fréquence des inondations. En 2019 par exemple, elles ont été dégradantes deux fois en août et en septembre. Elles étaient survenues sans effets remarquables au mois de juillet. De fortes averses éloignées sont moins néfastes que des averses moyennes rapprochées. Et parfois on a plus de deux averses par jour.

Quand nous avons interrogé notre échantillon, c'est 17 % qui ont confirmé être victime d'inondation pluviale. Cependant cette proportion ne peut être négligeable du fait de l'importance des aléas que ça entraîne au sein du GIE. Dans le GIE de Khalass c'est 8 ha qui est concerné par les inondations pluviales (figure 26). 51 Parcelles sont touchées, 24 détruites complètement et 27 partiellement. Les conséquences de cette inondation ne sont pas négligeables.



Photo 6 : inondation pluviale dans une parcelle (Diallo, sept. 2019)

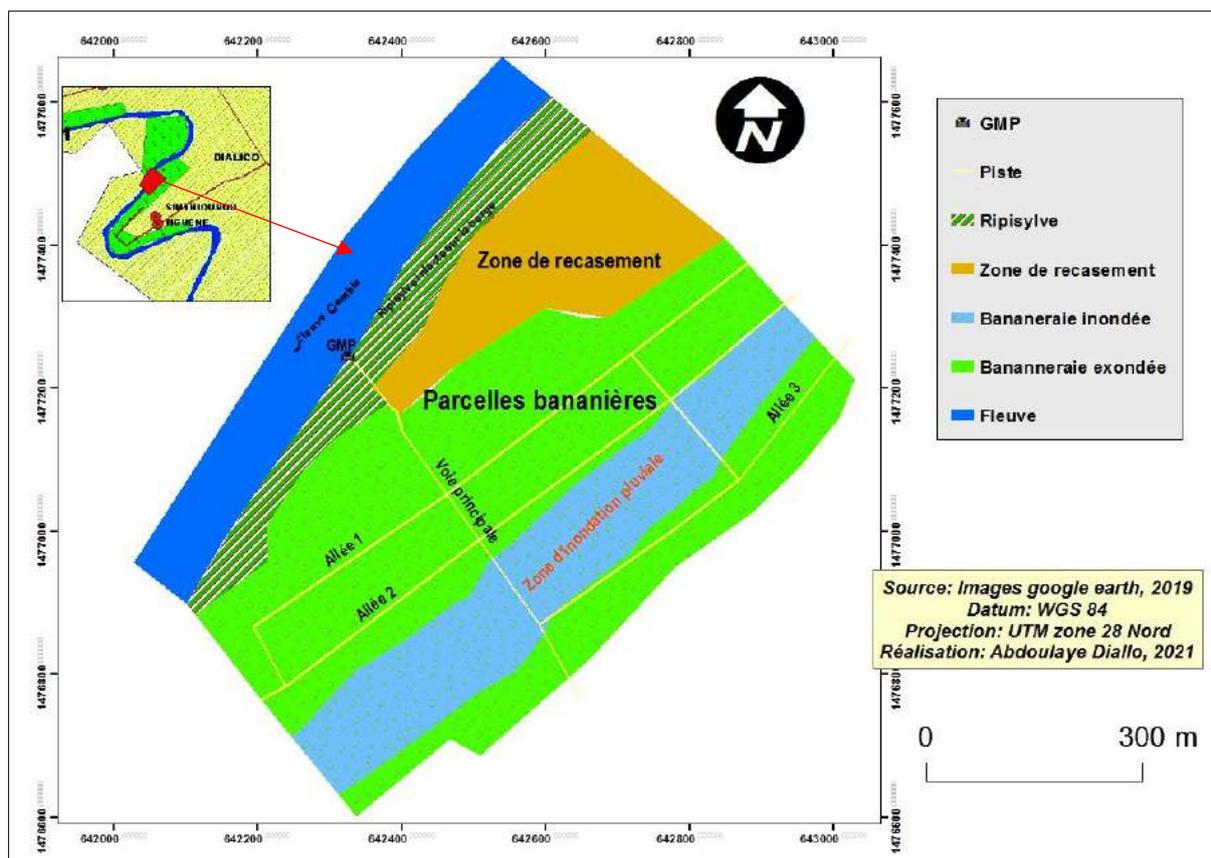


Figure 26 : Fig. Carte représentant l'inondation pluviale dans le GIE de Khalass (Diallo, 2021)

Tableau 8 : superficie des zones spécifiées dans la figure 26 (périmètre de Khalass)

Zone	Superficie
Bananaeraie	20 ha
Zone de recasement	11 ha
Bananaeraie d'inondation pluviale	8 ha

La zone de recasement (11 ha) ne parvient toujours pas à accueillir les producteurs victimes d'inondation dans ce GIE. Cela, se justifie par le fait qu'une bonne partie de cette zone est susceptible d'être inondée aussi par la crue. La partie complètement exondée ne peut pas accueillir toutes les victimes.

III. LES DOMMAGES DES INONDATIONS PLUVIALES AU GIE DE KHALASS

Les inondations pluviales entraînent la dégradation des bananiers et par conséquent, impactent négativement la gestion du GIE concerné. La dégradation concerne la destruction des

pieds (totale ou diminution des rendements). Pour la gestion c'est des dépenses supplémentaires qui s'ajoutent (coût du drainage).

III.1. Dégradation des bananiers dans les cas d'inondation pluviale

La dégradation est à plusieurs niveaux, les deux niveaux auxquelles on va s'attarder concernent la dégradation complète et la diminution du rendement.

III.1.1. Dégradation complète des bananiers

La dégradation complète détruit le pseudo-tronc, pourrit le bulbe. Les pieds concernés par ce phénomène sont complètement morts et pour d'éventuelles régénération, le producteur doit chercher ailleurs d'autres plants. Dans ce cas, le producteur va replanter à zéro. S'il avait une plantation d'Août dernier, il perd une année d'entretien et d'effort. S'il avait une plantation d'avril, il n'a aucune chance de tirer profit après 6 mois de travail (planche 5_photo 5.1).

III.1.2. Dégradation partielle des bananiers

La dégradation partielle entraîne la diminution du rendement et retarde le développement végétatif de la plante. Ici, le producteur peut, après l'inondation, re-entretenir les plantes et ne pas replanter à nouveau (planche 5_photo 5.2). Seulement que ces plantes vont accuser un retard à la floraison et la vigueur du régime sera considérablement réduite (planche 5_photo 5.3). Ces bananes victimes, présentent des risques de ne pas être accepté par les commerçants.

Quand nous avons demandé la manière de la destruction du bananier par les inondations pluviales, nous avons reçu les réponses représentées sur le diagramme ci-dessous. 53 % des victimes estiment que la destruction est complète et 47 % ne sont victimes que de la baisse de rendements (figure 27).

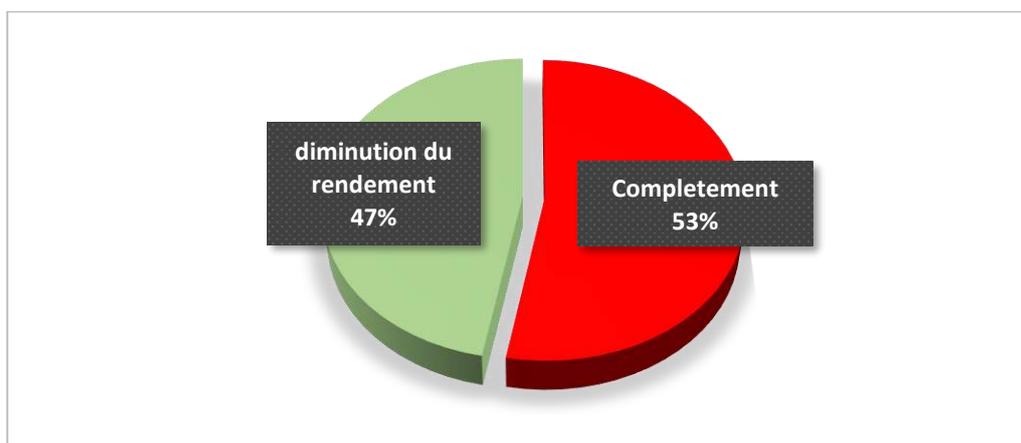


Figure 27 : destruction des bananiers par l'inondation (Diallo, 2021)



Photo 5. 1. Dégradation totale d'une parcelle suite à une inondation d'origine pluviale



Photo 5.2. Dégradation partielle d'une parcelle par l'inondation d'origine pluviale ; le propriétaire avait envisagé de re- entretenir les bananiers, mais au fil du temps, le désespoir d'avoir un bon rendement le fait abandonner.



Photos 5. 3. des bananiers affectés par l'inondation (mûrissement des feuilles et du pseudo-tronc à droite et petitesse du régime à gauche)

Planche 5 : dégradation des bananiers par les inondations d'origine pluviale (Diallo, 2021)

III.2. Gestion des inondations pluviales au GIE de Khalass

Au GIE de Khalass, l'inondation pluviale est problématique. C'est un fléau au développement du GIE. Ainsi pour y faire face, le GIE envisage le drainage.

III.2.1. Le drainage des eaux pluviales

Les producteurs font leurs mieux pour évacuer les eaux pluviales de leurs bananeraies et sauver les parcelles. Les impactés n'ont vraiment pas de solution aux inondations pluviales. Alors, c'est le GIE qui se charge d'évacuer l'eau par pompage. Ce pompage étant très coûteux en gasoil, le GIE de Khalass aménagea un canal de drainage.

Le pompage consistait à installer un GMP de deux cylindres dans une dépression qui par gravité accueillait les eaux de ruissellement. Ce GMP, branché à un tuyau d'évacuation, conduit les eaux à l'extérieur des bananeraies. Le GMP fonctionnait 24h/24 et ne s'arrêtait qu'après avoir fini d'évacuer les eaux ou bien quand le promoteur constate que les averses sont largement supérieures aux évacuations, et par conséquent, il n'y a aucune chance de sauver les bananiers inondés. L'efficacité de ce système étant remise en cause par ses résultats non satisfaisants (malgré les évacuations, si les averses sont continues, les bananiers restent toujours inondés), le GIE aménagea en 2018 un canal d'irrigation (photo 7), tout au long des parcelles vulnérables.



Photo 7 : Canal de drainage dans le GIE de Khalass à l'intérieur du périmètre en septembre 2019 (à gauche) et à l'exutoire en mars 2021 (à droite_ Diallo)

Ce canal assurant l'évacuation des eaux sans l'appui d'un GMP diminue considérablement le coût du drainage. Malheureusement, force est de constater que le canal, à une certaine quantité d'eau ne peut pas évacuer les eaux avant que les bananiers ne soient affectés. Autrement dit, malgré son fonctionnement, des parcelles sont encore détruites par ces inondations qu'il combat. L'autre chose est que les systèmes de drainage ne peuvent pas tirer l'eau piégée dans les cuvettes.

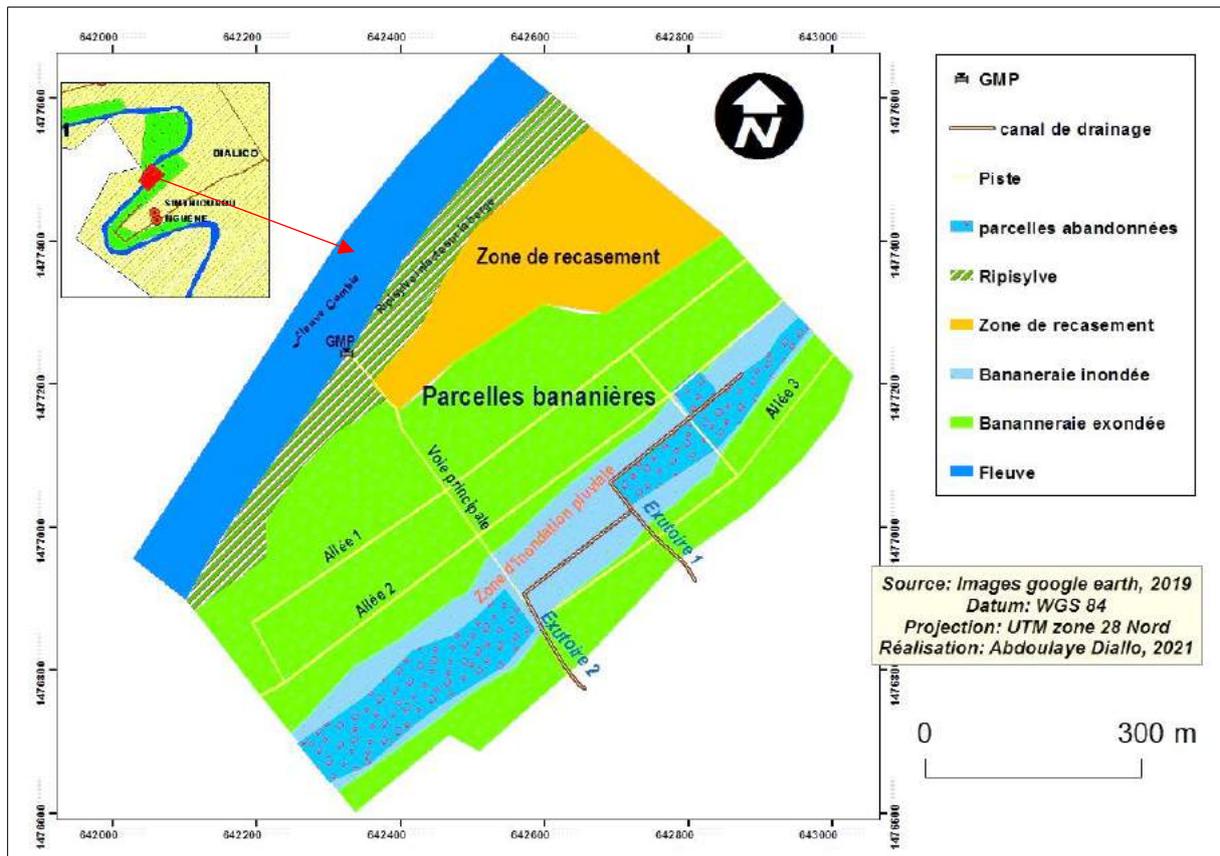


Figure 28 : Carte de la gestion des inondations pluviales au GIE de Khalass (Diallo, 2021)

III.2.2. La délocalisation et les abandons des parcelles

La dernière chose que les propriétaires des parcelles vulnérables font c'est l'abandon après avoir trouvé une parcelle dans un autre GIE ou dans le même GIE (quand certains sont renvoyés parcequ'ils n'ont pas pu s'acquitter de leur cotisation). Les parcelles abandonnées (photo 9) constituent un véritable frein à la gestion des eaux d'irrigation car leurs tuyaux sont toujours en gestation dans les parcelles (photo 8). Ceci étant, ils constituent une bonne porte de fuite d'eau. Ces fuites d'eau vont ainsi réduire la pression dans les autres parcelles.



Photo 8 : Fuites d'eaux dans les parcelles abandonnées (Diallo, mars 2021)



Photo 9 : parcelle abandonnée à cause des inondations pluviales (Diallo, mars 2021)

Il serait possible de sortir ce terrain des inondations pluviales par un remblai qui va le niveler aux autres parcelles. C'est un terrain qui est à l'altitude inférieure à 17m ; et les autres terrains exondés sont compris entre 17,5m et 23m. ceci pouvait mettre fin à la cause topographique.

Les inondations pluviales pouvaient être en outre anéanties par un canal drainant les parcelles dépressionnaires vers le chenal du cours d'eau. Le souci, d'y aménager un canal, après les questions financières, c'est la problématique des lignes de crue qui se pose : le fleuve, en crue, ne s'appuierait-il pas sur ce canal artificiel pour évacuer les excès hydriques de son chenal ? Dans ce cas, les inondations pluviales seront remplacées par les inondations de crue.

Conclusion de la deuxième partie

Les aménagements hydro-agricoles de bananeraie sont handicapés par la non-maîtrise de l'eau. Le fleuve avec ses crues inonde des parcelles et empêche la valorisation de 7660ha. Les crues participant à l'enclavement des bananeraies entravent aussi la mobilité du produit et des producteurs. De surcroit, elles conditionnent l'aménagement des habitats. Les étiages, quant à eux, réduisent la capacité d'irrigation des producteurs et posent la problématique de l'accès à l'eau résiduelle. Les précipitations, par leur intensité et leur durée vulnérabilisent les parcelles dépressionnaires et argileuses. Des méthodes de gestion de ces inondations sont développées par les producteurs, mais ces dernières s'avèrent inefficaces. Et par conséquent, des victimes abandonnent leurs parcelles.

Malgré les contraintes hydriques analysées à travers les dynamiques hydrologiques du fleuve et les inondations pluviales, des méthodes de gestion de l'eau sont nécessaires pour assurer la survie des bananeraies.

TROISIÈME PARTIE : GESTION DES EAUX DANS LES PÉRIMÈTRES BANANIERS

La gestion de l'eau en bananeraie est un souci majeur. Elle convoque la disponibilité de la ressource hydrique, de son accessibilité et les techniques pour s'en approvisionner. Dans cette partie, il est question d'analyser la gestion de l'eau dans les bananeraies de Gouloumbou à travers les systèmes d'irrigation et les systèmes de conditionnement. Ainsi une étude de l'usage de l'eau dans les stations de conditionnement est menée dans le chapitre V. Dans le chapitre VI, on a abordé la gestion des eaux d'irrigation en faisant un diagnostic et des comparaisons des différents systèmes d'irrigations utilisés par les GIE.

CHAPITRE V : GESTION DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT

Les stations de conditionnement sont une étape intégrante de la culture bananière. Toutefois, elles sont très négligées auprès des producteurs bananiers dans la zone de Gouloumbou. Cette négligence est en grande partie occasionnée par les efforts supplémentaires qu'elles ajoutent aux producteurs, sachant que la banane peut encore se vendre pour eux sans une certaine obligation de conditionnement. Toutefois, face à la concurrence et aux exigences plus grandissantes des consommateurs en termes de qualité, les bananiculteurs, pour accéder à une part importante du marché, sont appelés à avoir recours aux stations de conditionnement pour servir une meilleure qualité de banane au marché. Ainsi une étude sur la gestion de l'eau non pour la vitalité de la plante mais pour l'esthétique et la qualité des fruits est nécessaire. Et pour cela, nous faisons d'abord l'état des stations de conditionnement, ensuite nous analysons les systèmes d'approvisionnement en eau des stations et enfin nous dégagons des perspectives concernant l'avenir des stations de conditionnement dans les bananeraies de Gouloumbou.

I. PRÉSENTATION DES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS

Les stations de conditionnement sont les lieux (magasins, hangars) où le fruit de la banane est traité après la coupe du régime depuis la parcelle. Ces deux étapes sont séparées par le transport. Y arrive soit des régimes qui vont subir le dépatage ou bien des plateaux de mains déjà dépatées à la parcelle. Dans la bananiculture à Gouloumbou, les stations de conditionnements de la banane ne connaissent pas une place importante du fait de la cherté de son usage mais aussi du fait du système de commerce (ce n'est pas le producteur lui-même qui assure la vente auprès des consommateurs). On les retrouve souvent dans les GIE privés venus récemment et aussi à travers les partenariats que les GIE communautaires nouent ; (Nguène 1, Nguène 2).

Lors de nos expéditions de terrain, on a constaté l'absence des stations de conditionnement dans la plupart des GIE. On a pu trouver une station fonctionnelle à Nguène 2, à Sankagne 3 et à Sall 2. A Nguène 1 la station est hors d'usage depuis la fin du contrat avec la Sénégalaise Fruitière de Développement (SFD) qui l'avait mis en place en 2012. Les stations de conditionnement sont utilisées par 15% des GIE (enquête Diallo, 2021).

II. ASSAINISSEMENT DES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS

Les stations de conditionnement doivent faire objet d'une propreté. Donc, un aménagement à cet effet est nécessaire. « La périphérie de la station doit être dégagée et assainit. Cela pour éviter la stagnation des eaux, le soulèvement de poussière. Le sol de la station est à laver chaque jour et les eaux usées sont dégrillées puis rentrent dans le circuit de recyclage. Les matériels (transrouleurs, penderies, plateaux, balances, etc.) sont à laver au moins une fois par semaine par un désinfectant ménager (eau de javel). Un récurage général est nécessaire en fin de chaque coupe. (...). S'il n'y a pas de filtration, changer l'eau des bacs de dépaillage chaque jour. Dans ce cas, un récurage hebdomadaire s'impose. En cas de bac de rinçage (photo 10), seul l'entretien de fin de semaine est nécessaire. » (Lassoudière, *ib*)

Ce protocole hygiénique n'est pas bien respecté dans les stations de conditionnement des GIE. Les alentours ne sont pas aménagés, l'eau usée stagne dans les bassins (photo 10). Elles ne sont vidées que quand il faut envisager une coupe.



Photo 10 : Stagnation des eaux utilisées dans un bac (Diallo, mars, 2021)

L'eau est donc le facteur principal qui conjugue les activités au niveau des stations de conditionnement. Pour cela, il est nécessaire de répondre aux questions suivantes : comment les stations de conditionnement sont approvisionnées en eau et comment cette eau est-elle utilisée ?

III. APPROVISIONNEMENT ET USAGE DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT

Pour analyser la gestion de l'eau dans les stations de conditionnement, on s'intéresse d'abord sur l'alimentation en eau des stations mais aussi à l'utilisation de cette eau et à son débarras.

III.1 Approvisionnement en eau des stations de conditionnement

Les stations de conditionnement sont approvisionnées en eau à partir de forage et puits pour le nettoyage de la banane (photo 11). Ce nettoyage (lavage) est nécessaire pour éliminer le latex (sève) qui peut tacher les fruits. L'eau des stations de conditionnement est acquise au moyen de mini-forage (photo 11) implanté à cet effet à l'abord de la station. C'est ce qui intègre l'utilisation de l'eau souterraine à la bananiculture dans la zone de Gouloubou. Dans les 03 stations fonctionnelles des GIE, c'est le même type. Cependant à la station aménagée à Nguène 1 par SFD, il n'y a pas de forage. Durant tout son fonctionnement, l'eau utilisée était tirée du fleuve à partir du GMP d'irrigation en saison sèche. Et pendant la crue, puisque l'eau fluviale est turbide, c'était au puits du village que la station s'approvisionnait en eau. Ainsi 95% des eaux des stations de conditionnement sont d'origine souterraine. Seulement 5% provient du fleuve (enquête Diallo, 2021).



Photo 11 : Puits de pompage à la station de Sall (à gauche) ; mini-forage à la station de Nguène 2 (au milieu) et bac d'eau remplie (à droite) (source : Diallo, mars 2021)

III.2. Usage de l'eau dans les stations de conditionnement

Dans la plupart des GIE, travaillant avec les stations de conditionnement, le régime arrive par câble way. Et au niveau de la station, il est dépaté ; Dans certains cas, le régime est dépaté à la parcelle et les mains sont posées sur des plateaux qu'on achemine par engins de transport). Dans le traitement de la banane, le lavage se fait par aspersion (sur le régime) ou trempage des mains. La technique observée à Gouloubou est le lavage par trempage. Les mains sont plongées dans un premier bac d'eau ajouté de fongicides. « Le traitement de base recommandé

est : 5 l de solution pulvérisée par panier (tray) pendant 30 secondes avec 12 buses d'un débit de 0,90 l par minute » (Lassoudière, ib). Au GIE de Nguène 2 c'est du savon qui est utilisé pour des soucis de respect environnemental. C'est dans ce premier bac que les bananes sont libérées du latex (photo 10). A cela s'en suit un deuxième bain sur un bac d'eau propre.

III.3. Évacuation des eaux utilisées

Après le lavage, les eaux usées sont vidées des bacs. La vidange se fait en ouvrant les vannes qui font ruisseler les eaux dans des mini-bassins à quelques mètres (moins de 10m_ photo 12). Cette eau hors d'usage piégée dans les bassins est soumise à l'évaporation. Lors des entretiens, certaines sources stipulent que cette eau aurait été destinée au recyclage pour irriguer davantage les parcelles périphériques. Toutefois ce n'est pas ce qu'on a constaté. Cependant à Sall, un jardin maraîcher est juste aménagé auprès de la station mais ce dernier utilise l'eau brute du forage. Raison pour laquelle, on peut dire que même s'il y'a des vellétés de gestion des eaux usées, cette action n'est pas encore concrétisée.



Photo 12 : canal d'évacuation des eaux usées (à gauche) et stagnation des eaux usées dans les mini-bassins (Diallo, mars 2021)

IV. DES PERSPECTIVES POUR LA GESTION DES EAUX DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS

La banane sénégalaise est grandement concurrencée par la banane importée pour la simple raison de l'apparence plus esthétique de la banane importée ayant subi de bon conditionnement. Ainsi, il est nécessaire de concevoir des stations de conditionnement qui respectent les règles de propreté des industries alimentaires et suivent l'obligation de protéger

l'environnement en mettant en œuvre le recyclage et l'épuration des eaux. Nous avons demandé à ceux qui n'ont pas de station de conditionnement (85% des GIE) s'ils voudraient en disposer. Seuls 41% de cette part affirme en vouloir. Et ils avancent bien sûr la qualité du produit devant se rendre au marché. Les 59%, n'en veulent pas du fait que c'est des travaux supplémentaires qui n'ont pas un prix satisfaisant. Et pour ceux qui travaillent avec les stations de conditionnement, on les a interrogés sur la satisfaction de ses services. Les résultats montrent que 35% sont peu satisfaits et seul 10% ne sont pas satisfaits et 23 % sont très satisfaits.

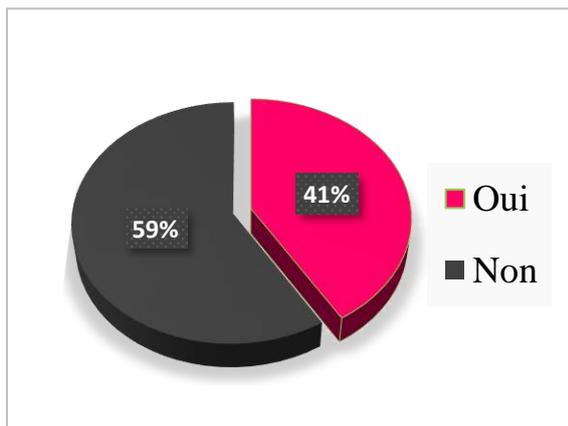


Figure 29 : besoin des bananiculteurs en station de conditionnement (enquête Diallo, 2021)

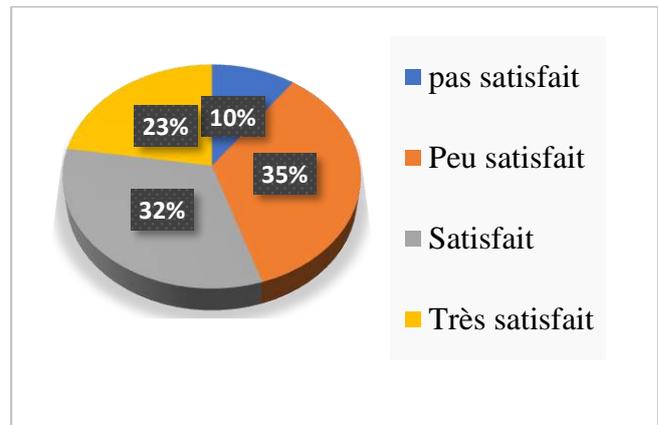


Figure 30 : satisfactions des services des stations de conditionnement (source : enquête, Diallo 2021)

Dans le GIE de Nguène 2 par exemple, la station de conditionnement est utilisée uniquement pour la récolte de banane bio. Donc c'est ceux qui œuvrent pour la culture biologique qui peuvent avoir satisfaction sur les services de la station.

Dans les bananeraies de Gouloumbou, les stations de conditionnement, consommateurs d'eau sont confrontées à deux situations paradoxales ; un encouragement de leur mise en place pour assurer la production d'une banane de qualité et un refus de son usage pour alléger les travaux des producteurs. Beaucoup de GIE ne disposent pas de station de conditionnement puisque c'est des travaux supplémentaires dans un moment où les producteurs n'ont aucun souci sur la vente de leur produit. A Nguène 1, on peut constater le délabrement de la station depuis le départ de son partenaire (SFD) qui l'avait mis en place. Les quelques bananiculteurs qui souhaitent avoir de station de conditionnement sont inquiétés par la concurrence voire même la future concurrence sur le marché.

CHAPITRE VI : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

La culture de la banane exige un approvisionnement en eau abondante et fréquente tout au long du cycle de production pour assurer la productivité de la culture et la qualité des fruits. Ainsi, Vu l'importance de l'irrigation, la gestion de l'eau doit être un facteur préoccupant chez le producteur bananier. Elle (la gestion de l'eau) doit faire l'objet d'une revisite sur les systèmes d'irrigation ainsi que les technologies et l'organisation de l'irrigation.

I. SYSTÈMES D'IRRIGATION ET TECHNOLOGIES

« Le système irrigué se définit comme la mise en valeur par l'homme, d'un territoire où la ressource en eau est un facteur déterminant » (Penot, E., 2011). La mise en valeur d'un espace agricole aussi vaste par l'irrigation est le résultat de la conjugaison d'une idée de système et d'une technologie adaptée à cette idée. Ainsi, c'est l'OFADEC qui a d'emblée fourni les financements de l'irrigation qui auraient été inaccessibles aux producteurs. Depuis lors, des avancées ou transformations ont couronné le « système de l'irrigation » selon les capacités financières et relationnelles des GIE.

I.1. Les systèmes d'irrigation

En bananeraie, les systèmes d'irrigation sont de place centrale. Ils (Les systèmes d'irrigation) « influencent la transpiration des bananiers par les stomates au niveau des parties inférieures et supérieures des limbes » (Champion, *ib*). Alors dans l'interprétation des études de Morello et Shmuéli, Champion dira, je cite ; « Shmuéli indique que dans le cas de bananiers irrigués au sol, les infiltrations au travers des stomates sont plus importantes sur les faces inférieures que sur les supérieures, ce qui s'accorde dans une certaine mesure avec les observations de MORELLO, mais que c'est l'inverse sur des bananiers irrigués par aspersion ». Voilà donc une nécessité de bien tenir en compte du système d'irrigation en bananeraie. Dans les bananeraies de la zone de Gouloubou, l'observation in-situ montre l'existence de divers systèmes d'irrigation : irrigation par « raccord », par aspersion et par goutte à goutte. L'irrigation par gravitation est un vieux souvenir de certains GIE.

I.1.1. Irrigation par raccord

Le « raccord » est le terme utilisé, par les bananiculteurs, pour désigner le drain agricole flexible, à partir duquel, on irrigue les parcelles bananières. Ce système d'irrigation par raccord est le plus répandu dans la zone. C'est d'abord un héritage de l'OFADEC, ensuite une habitude des producteurs bananiers et enfin une question d'accessibilité. Elle est utilisée dans la quasi-totalité des GIE communautaires. Ce système consiste à tirer le raccord (tube flexible d'une

longueur pouvant atteindre toute la parcelle ; 50m pour la parcelle de 0,25ha) d'où sort l'eau et remplir chaque cuvette (planche 6). Il exige la présence d'un arroseur tout au long du processus d'irrigation. Ce dernier contrôle la quantité à épandre aux pieds des bananiers et se déplace sur chaque pied à tour de rôle. C'est donc un système qui requiert beaucoup d'énergie et beaucoup de temps de travail. Elle est la tâche la plus préoccupante des bananiculteurs. Ce système très fastidieux fournit pourtant une eau abondante qui satisfait « plus ou moins ». Ayant très peu bénéficié de modernisations, ce système n'est pas meilleur pour la gestion de l'eau d'irrigation en bananeraie. Le système par raccord est moins apprécié par les producteurs, et ces derniers souhaiteraient une amélioration qui supprimera le temps qu'ils occupent dans l'irrigation (figure 31). Les résultats de nos enquêtes ont révélé que 31% ne sont pas satisfaits du système d'irrigation à raccord et 44% sont peu satisfaits. Seuls 20% sont satisfaits et 5% estiment être très satisfaits.

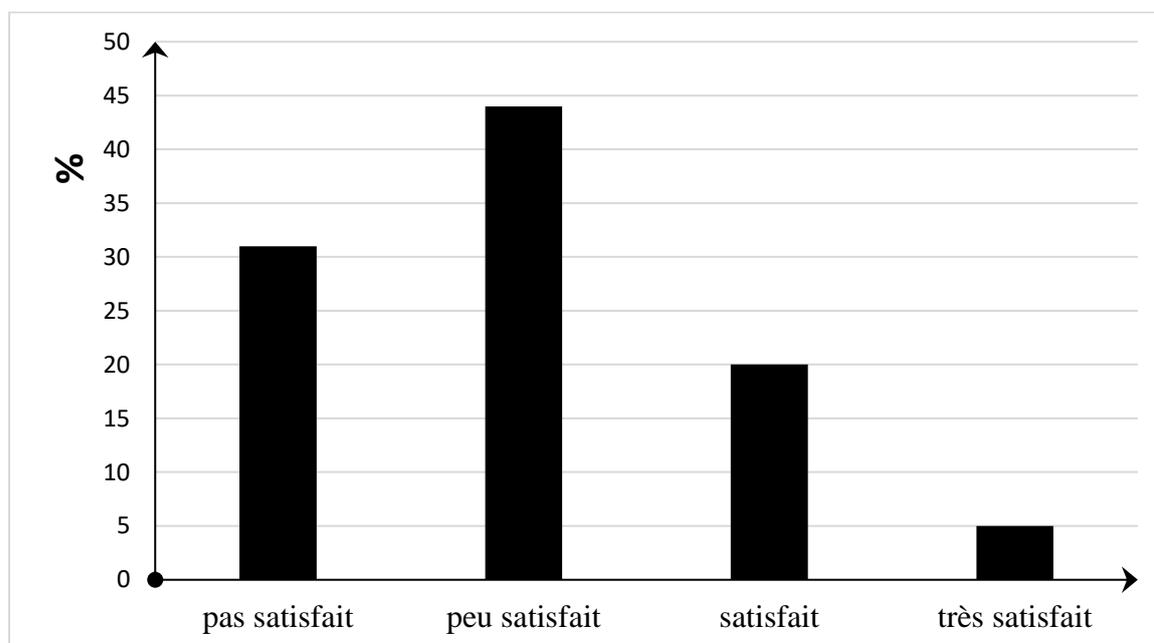


Figure 31 : état de satisfaction du système d'irrigation par raccord (Enquêtes Diallo, 2021)



Photo 6.1. des producteurs qui irriguent leurs parcelles (Diallo, mars 2021)



Photo 6.2. Des bananiers justement irrigués par raccord, (Diallo, mars 2021)



Photo 6.3. État de l'eau dans une parcelle à irrigation par raccord en l'absence de l'arroseur (source : Diallo, mars 2021)

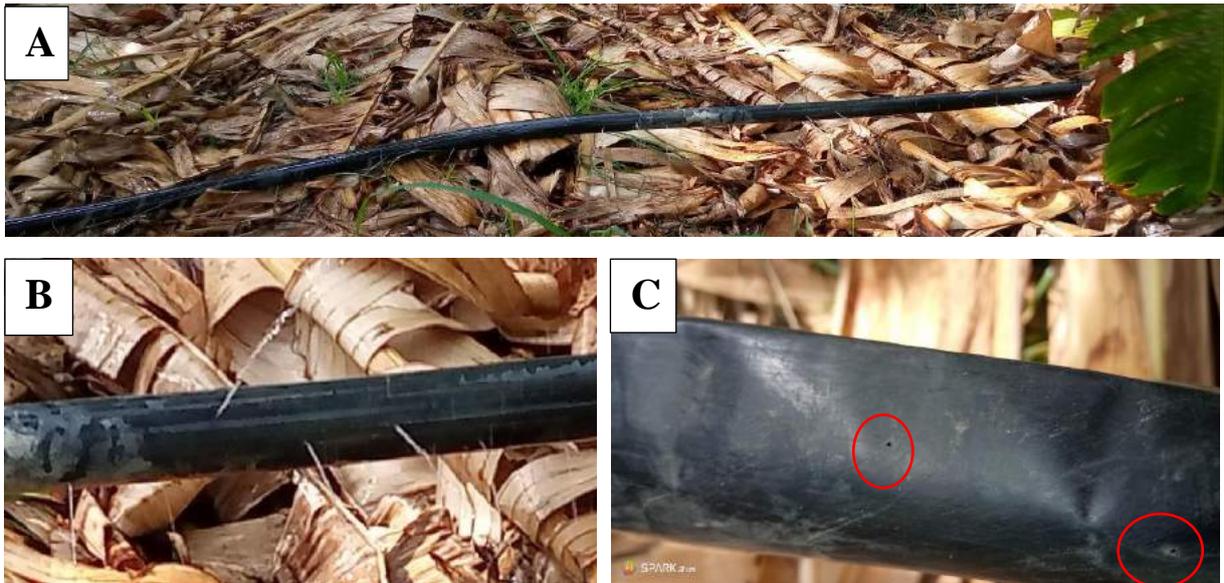
Planche 6 : Irrigation par raccord dans les GIE bananiers (Diallo, 2021)

I.1.2. Irrigation par goutte à goutte

Les bananiculteurs soucieux de supprimer « le temps de l'irrigation » explorent d'autres options avec l'appui de partenaires techniques et financiers. C'est ainsi que certain GIE à l'instar de Yendonane a initié une phase d'essais d'irrigation par goutte à goutte. Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Malheureusement ce système n'a pas répondu aux attentes hydriques de l'espèce végétale qui commença dès les premières semaines à faire signe de déficit hydrique. Les producteurs se plainquirent d'une inadéquation entre l'offre et la demande en eau. C'est un aménagement qui a été fait sans tenir en compte de plusieurs facteurs notamment, l'étendue du périmètre, la qualité des gouttières et la puissance du GMP. Ce système précipité « demande une grande technicité (maîtrise des doses et fréquences d'arrosage) » (Lassoudière, *ib*). Les coopérateurs de ce GIE estiment que ce système pouvait bien fonctionner si les gouttières avaient un diamètre beaucoup plus vaste et que le GMP eût une très grande capacité de propulsion. Hormis les problèmes techniques, d'autres soulignent encore un problème relatif à l'insolation qui chauffe les gouttes d'eau épandues au niveau des feuilles et des pseudo-troncs. Par conséquent, cela entraîne des brûlures de la plante. Ce qui est sûr c'est que le GIE a très vite abandonné et a retourné au système d'antan « le raccord » (planche 7).

I.1.3. Irrigation par micro-aspersion

La micro-aspersion est aussi l'un des systèmes que d'autres GIE ont expérimentés, bien sûr, avec des partenaires pour supprimer le « temps d'irrigation » du système raccord. Lors de notre visite, de terrain, il n'y a nulle part été constaté le fonctionnement adéquat de ce système. Le GIE Aguene-Diambone était la 1ère victime, sur un financement de la BAD. Après des semaines d'installation, le système n'était pas capable de fournir aux bananiers les besoins en eau nécessaire pour ne pas présenter des signes de déficit hydrique. Ce GIE finit par reprendre le système raccord. D'autres GIE à l'instar de Sankagne 3 et Sall 2 ont plus tard expérimenté le système sous la base de financement des partenaires (FAO). A l'image de Aguene-Diambone, ils finirent tous par retourner au système raccord après quelques semaines de micro-aspersion. Le GIE Goorgorlou de koar irrigue ses 8,5ha de bananeraie avec le système micro-aspersion mais renforcé. D'autres trous sont perforés pour augmenter le volume d'eau sortant et la densité des tuyaux passe de deux lignes à une ligne. Ce qui réduit à moitié la distance entre deux asperseurs et la distance entre deux rampes. Ce qu'on peut retenir du système micro-aspersion, c'est qu'il n'est pas approprié pour l'irrigation en bananeraie dans la zone de Gouloumbou.



Photos 7.1. tuyau d'irrigation par goutte à goutte étalé entre les lignes des bananiers (A) ; zoom sur les sorties des gouttes (B) à travers les trous (C) (Diallo, mars 2021)



Photos 7.2. Sprinkler utilisé en micro- aspersion (A), zoom sur le trou (B) au niveau du tuyau, auquel est connecté le sprinkler (Diallo, mars 2021)



Photo 7.3. Une parcelle irriguée en micro-aspersion au GIE Gorgorlou (Diallo, mars 2021)

Planche 7 : Irrigation par goutte à goutte et micro-aspersion (Diallo, 2021)

I.1.4. Irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est le système qui satisfait les bananiers en eau et les bananiculteurs en « gain de temps ». Il a fait d'excellents résultats dans les GIE qui ont eu les moyens financiers de se l'approprier. C'est en principe les GIE privé (Yellitarée, SFD, Gounass Fabo l'islam) et des GIE ayant une bonne capacité relationnelle (APROVAG, Aguene-Diambone, Koar3) qui en disposent. Elle est meilleure que tous les autres. Non seulement, le temps d'irrigation est mort, mais aussi, le bananier apprécie plus cette méthode d'alimentation en eau. C'est, dès 1948, en Guinée, que Simmonds montra que « de grandes quantités d'eau apportées superficiellement par rigoles ne parvenaient pas à supprimer entièrement les dommages de la sécheresse sur les plantations bananières quand il s'agissait de terres à plan d'eau profond. Et que la technique de l'irrigation en aspersion diminuait beaucoup ces inconvénients et les essais montrèrent que les meilleurs résultats, dans ce pays où la saison sèche se poursuit pendant quatre à cinq mois, étaient obtenus avec une périodicité de cinq jours, chaque irrigation apportant 30 mm de pluie (soit un apport mensuel de 180 mm) » (planche 8_photo 8.2). Ce qu'on retient de ces résultats c'est la pertinence de l'irrigation par aspersion en bananeraie. Quant à la périodicité et du temps d'irrigation, ils dépendent du milieu physique et temporel. La zone de Gouloubou ayant une saison sèche de 8mois et des températures moyennes de 29° pour la normale 1980-2020 demande plus de fréquence d'irrigation et plus de temps de mouille. Alors l'irrigation par aspersion dans les GIE se fait en 2h dans les GIE comme Aguene-Diambone et 1h 30 minutes chez Yellitarée. Puisque les périmètres sont vastes, (5ha en aspersion au GIE de Aguene-Diambone), les tours d'eau se font par 2ha. C'est-à-dire que c'est 2ha qui est irrigué dans 2h.

Au-delà, de la compatibilité entre bananeraie et irrigation par aspersion, la gestion de l'eau trouve son compte dans ce système. Il y'a une absence totale de fuite d'eau au niveau des réseaux d'irrigation et la bananeraie est irriguée à moindre quantité d'eau. Selon Elimelech Sapor et *al*, l'irrigation par aspersion convient à une large gamme de conditions topographiques, à des terres accidentées et à des pentes escarpées qui sont difficilement irrigable en surface. Elle facilite l'infiltration de l'eau à travers le sol et assure la répartition uniforme de l'eau dans le champ. Donc ce système lutte contre les problèmes sociaux au niveau de la partage de la main d'eau à l'échelle des parcelles. Dans ce cas, « L'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers pour économiser l'eau d'irrigation » (Messaitfa M, 2007).

Quand nous avons interrogés, les producteurs avec système aspersion, ceux du GIE Aguène-Diambone sont très satisfaits. Mais quand on a interrogé les producteurs des GIE privées (Yellitarré Adiaf), ces derniers ont hésité, en disant que la satisfaction n'est pas totale, car avec le système par aspersion leurs revenus sont passés de 35 à 25%. Quand on a demandé les travailleurs au GIE de Rabat (privé), s'ils voulaient le système d'irrigation par aspersion, ils ont répondu que c'est moins fatigant mais aussi moins rentable pour le gestionnaire de la parcelle. Donc, ils préféreraient le système par aspersion que si leurs commissions resteraient inchangées. 67% des producteurs, de notre échantillon, concernés par le système d'aspersion sont très satisfaits et 33% estiment être peu satisfaits (figure 32).

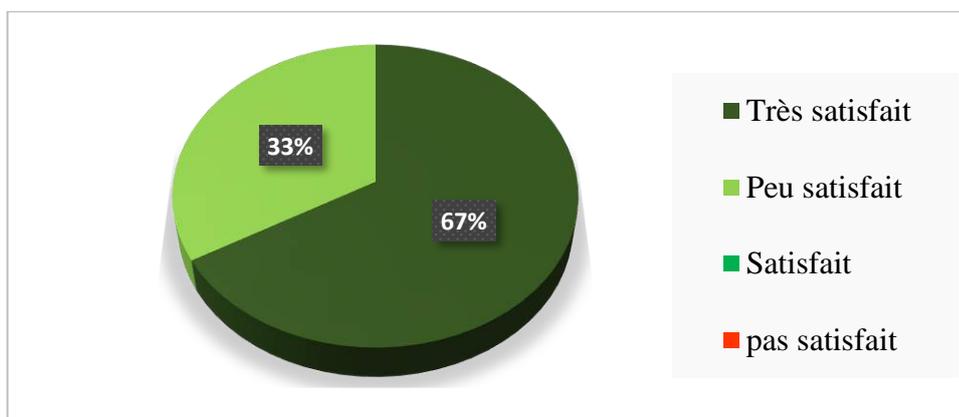


Figure 32 : satisfaction des producteurs sur le système par aspersion (enquêtes Diallo, 2021)

Les GIE communaitaires sont très intéressés par le système d'aspersion (figure 33) et se basent sur les expériences des autres (Sall 2, Sankagne 3, Yendonane...) pour dénigrer le système de micro-aspersion et de goutte à goutte. Quand on les a demandés le système d'irrigation qu'ils souhaitent, 94% ont défendu le système par aspersion et seulement 6% ont soutenu le système de goutte à goutte. Les autres systèmes (raccord et micro-aspersion) n'ont pas été cités.

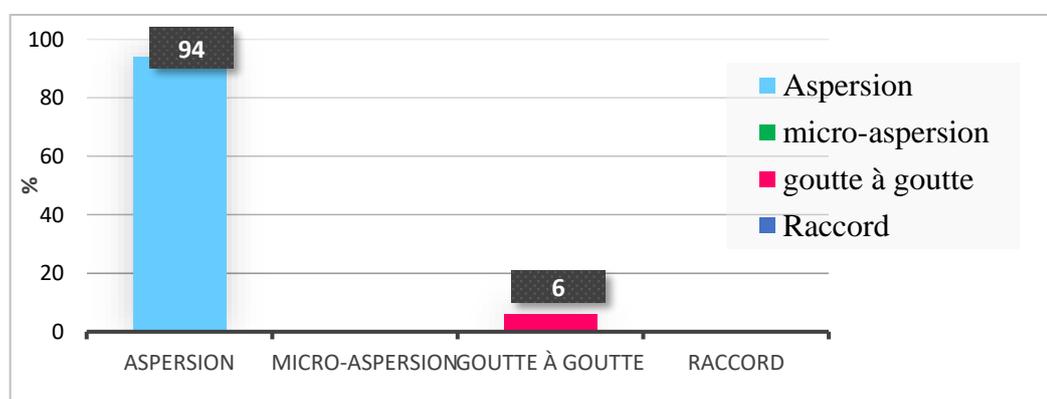


Figure 33 : Fig. système d'irrigation souhaités par les producteurs (enquête Diallo, 2021)

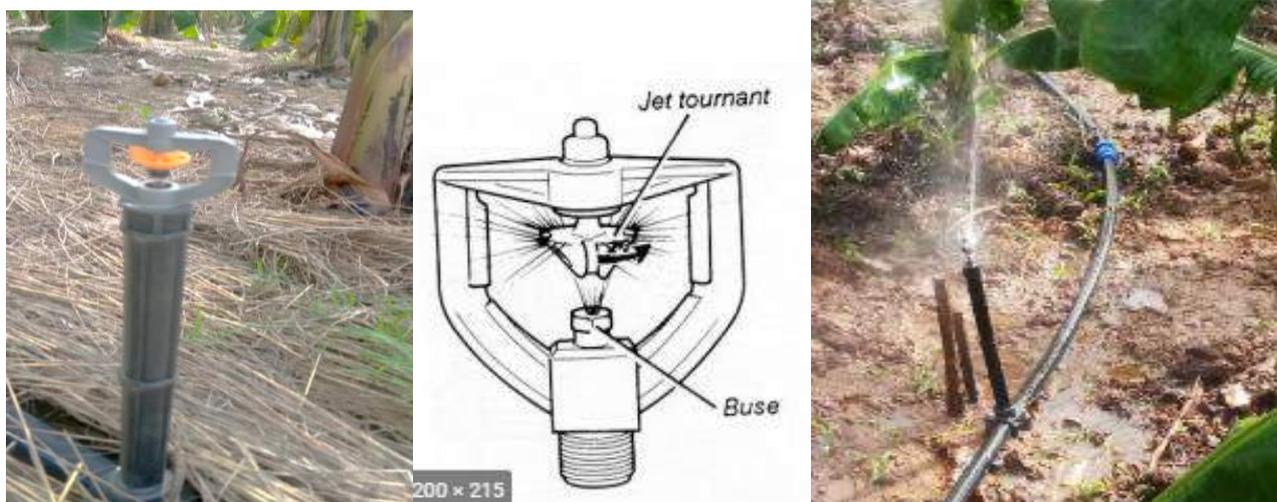
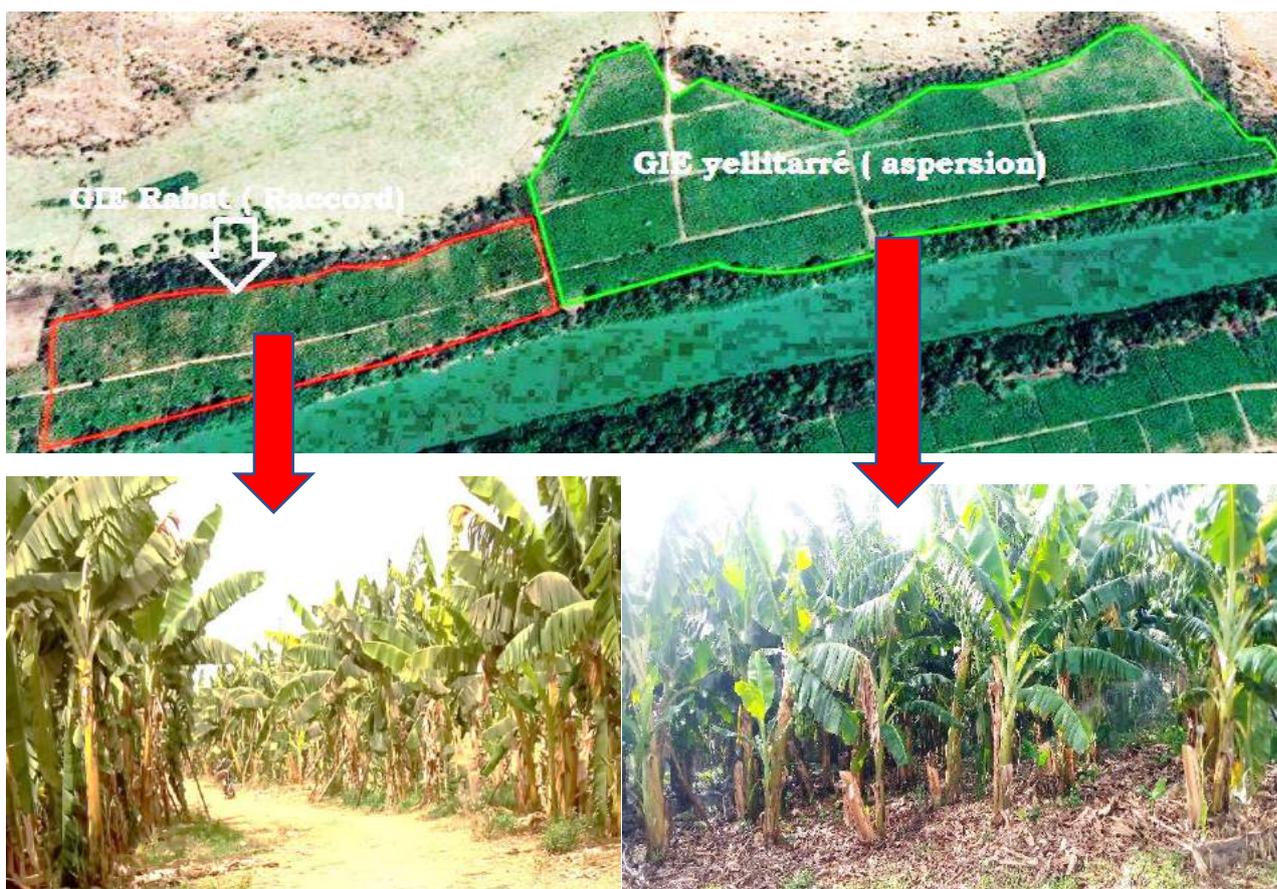


Photo 8.1. Sprinkler utilisé pour l'aspersion. La pression fait tourner le tourniquet et l'asperseur épand l'eau sur une distance de 8m (source : Diallo, mars 2021)



Photos 8.2. Différence de verdure entre deux bananeraies, l'une en irrigation par raccord au GIE Rabat et l'autre en irrigation par aspersion au GIE Yellitarré. Cette différence est observable à travers les images satellites de Google Earth (Diallo, mars 2021)

Planche 8 : Irrigation par aspersion (Diallo, 2021)

Tableau 9 : classification des types de GIE et de leurs systèmes d'irrigation (enquête Diallo, 2021)

GIE	Types de GIE	Système d'irrigation
Nguene 1	Communautaire	Raccord
Nguene 2	Communautaire	Raccord
Nguene 3	Communautaire	Raccord
Sall 1	Communautaire	Raccord
Sall 3	Communautaire	Raccord
Koar 1	Communautaire	Raccord
Koar 2	Communautaire	Raccord
Sankagne 1	Communautaire	Raccord
Sankagne 2	Communautaire	Raccord
Adiaf 2	Communautaire	Raccord
Sall 2	Communautaire	Raccord (échec du micro-aspersion)
Sankagne 3	Communautaire	Raccord (échec du micro-aspersion)
Aguene- Diambone	Communautaire	Raccord + aspersion
Koar 3	Communautaire	Raccord+ aspersion
yendonane	Semi-privé	Raccord (échec du goutte à goutte)
Khalass	Semi-privé	Raccord
Gallilé	Semi-privé	Raccord
goorgorlou	Privé	Micro-aspersion renforcé
Yellitarré Adiaf	Privé	Aspersion
SFD	Privé	Aspersion
Rabat Adiaf	Privé	Raccord

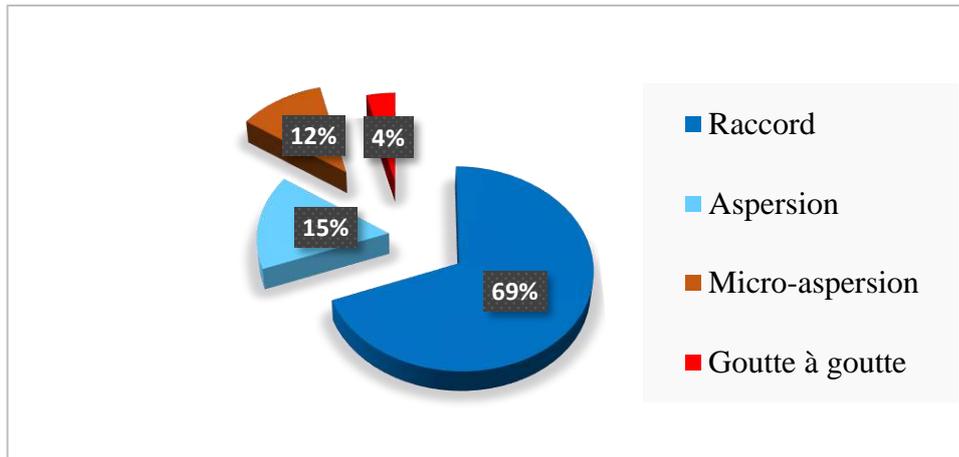


Figure 34 : fréquence des systèmes d'irrigation (Enquêtes Diallo 2021)

Dans les exploitations bananières de la zone de Gouloumbou, le système d'irrigation par raccord domine largement avec 69%. Ce système étant rudimentaire, ne satisfait pas les critères de gestion de l'eau. Le système par aspersion, concernant 15% des exploitations (principalement des privées), répond aux normes de la gestion de l'eau. Les systèmes d'irrigation de micro-aspersion et de goutte à goutte, même s'ils sont bons dans l'économie d'eau, ne sont pas favorables à l'irrigation de bananeraies dans ladite zone (figure 34).

Les systèmes d'irrigation sont les tenants de la gestion de l'eau. Ils sont souvent tributaires des capacités financières, relationnelles et techniques des GIE. Ainsi La gestion de l'eau s'analyse à travers la performance et l'adéquation des systèmes d'irrigation dont chacun est doté d'une technologie différente.

I.2. Les technologies de l'irrigation

Sur le plan technique, l'irrigation semble avoir amené dans tous les pays une sensible augmentation des productions (Arlauds S., Périgord M. 1997). Cependant les technologies d'irrigations sont à des échelles variables suivant le niveau de développement des pays et voir même le niveau d'investissement des producteurs agricoles qui reflète le plus souvent leur niveau de vie. Dans la zone de Gouloumbou, les bananeraies se situent entre 0 et 1km du fleuve. Aucune bananeraie ne dépasse les 1km à partir du chenal fluvial. Cela interpelle les technologies d'irrigation sur leurs capacités de propulser l'eau jusqu'à 1km voire plus. Les technologies d'irrigation en bananiculture dans la zone de Gouloumbou sont sujettes aux systèmes d'irrigation qui sont assujettis aux capacités financières et /ou relationnelle du GIE concerné.

I.2.1. Les groupes motopompes et leurs sources d'énergie

Les GIE bananiers, pour leur besoin en irrigation utilisent des GMP implantés sur un bac flottant (planche 9_photo 9.1). La plupart d'entre eux sont des machines à moteurs VM. (Vancini et Marteli, propriétaires de l'entreprise fabriquant). La puissance des moteurs varie de 2 cylindres à 8 cylindres suivant la superficie à irriguer. Les GMP de 4 cylindres sont les plus utilisés. Les machines sont dans leur majorité des moteurs à diesel qui consomment du gasoil. Elles sont jugées vétustes dans la plupart des GIE. Les GMP utilisés en irrigation par aspersion sont modernes.

Pour des volontés de respect de l'environnement par recours aux énergies renouvelables et dans une perspective de suppression du « gasoil », les GIE avec des partenaires expérimentent les systèmes solaires (planche 9_photo 9.2). La toute 1^{er} s'est faite à Nguène 3 avec ERA qui a installé un champ photovoltaïque d'une capacité de production de 50Kw/c en 2018. Selon les techniciens de ERA, le champ photovoltaïque aurait la possibilité de fournir une production journalière de 1500 m³ d'eau. Le GIE de Nguène 3, sur ses 33 ha, mit 15 ha en essai. Cet investissement très courageux n'a pas su satisfaire les besoins en eau des périmètres concernés mais entraîna aussi une grande modification dans les horaires d'irrigation (les parcelles concernées par l'aménagement photovoltaïque irriguaient en plein soleil de 11h à 15h, le seul temps que les panneaux solaires pouvaient fournir de l'énergie au moteur. C'est un système qui ne stocke pas l'énergie (pas de batterie). Les panneaux, par des fils sont directement reliés au moteur. Donc, il y'a d'énergie que quand le soleil brille fortement. Et d'ailleurs Ce temps n'est même pas propice à l'irrigation. Ainsi, Cette innovation n'a pas connu d'épilogues vaniteux car après quelques mois, les bananiculteurs l'ont abandonnée et retournée aux technologies à gasoil.

Malgré l'échec des installations photovoltaïques de ERA à Nguène 3, des installations photovoltaïques sont aussi en cours (planche 9_photo 9.3). Ces dernières sont jugées plus réfléchies et plus puissantes et bien adaptées à l'irrigation en bananeraie. Le promoteur, GIZ, entame des essais dans le GIE Gorgorlou de Koar et à Sankagne 2. La pertinence de ces « nouveaux aménagements photovoltaïques » ne serait appréhendée qu'à la prochaine campagne d'irrigation. Toutefois, notre observation sur le volume des tuyaux qui sont à notre jugement très étroit entraîne une inquiétude quant à la capacité de ce système à satisfaire les besoins en eau aux bananeraies.

Le GIE de Yellitarré Adiaf irrigue avec deux GMP sur une superficie de plus de 28ha tandis que les GIE à système raccord irriguent 8ha par un GMP de 4 cylindres. La puissance du GMP prend en compte non seulement la superficie à irriguer mais surtout le volume des réseaux d'irrigation (planche 10_photo 10.1).



Photo 9.1. Les GMP d'irrigation ; en raccord (à gauche) et en aspersion (à droite)



Photo 9.2. Une installation de 210 panneaux solaire au GIE de Gorgorlou (8,5ha) (Diallo, mars 2021)



Photos 9.3. Installation du moteur solaire au GIE Gorgorlou et aperçu du moteur solaire à Sankagne 2 (Diallo, mars 2021)

Planche 9 : les Moteurs d'irrigation des bananeraies (Diallo, 2021)

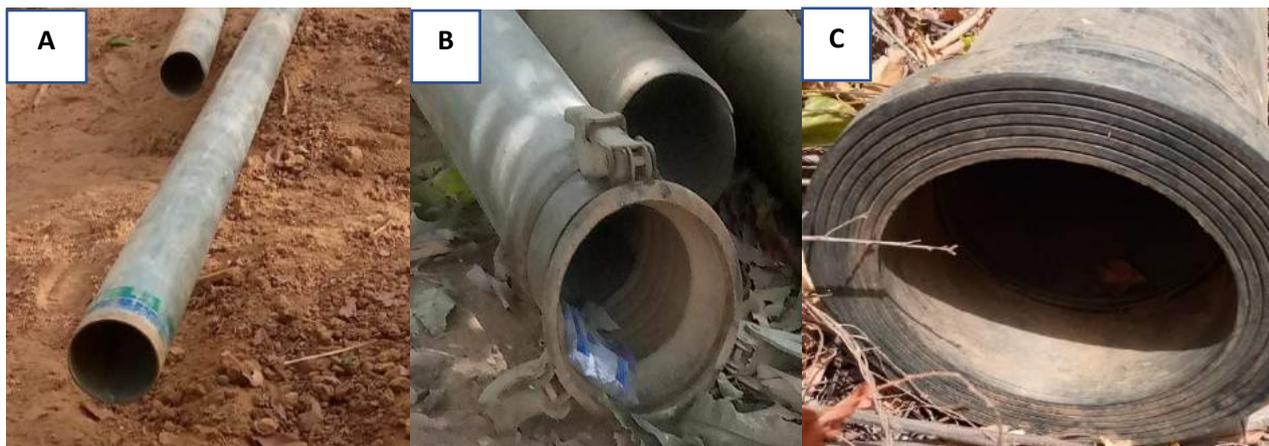
I.2.2. Les réseaux d'irrigation

Les réseaux d'irrigation sont constitués de tuyaux dont l'épaisseur diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du GMP. Ils sont choisis suivant la puissance du GMP et le type d'irrigation. L'irrigation en aspersion utilise des tuyaux PE et l'irrigation en raccord, des PVC. L'inadéquation entre les tuyaux et la puissance des GMP entraîne des fentes au niveau des réseaux. Raison pour laquelle, la puissance du GMP et la superficie à irriguer doivent être corrélées aux réseaux d'irrigation, pour maximiser la demande hydrique mais aussi pour sécuriser les réseaux d'adduction.

Dans le système à raccord, c'est le plus souvent des tuyaux de 200mm qui sont connectés aux GMP de quatre cylindres. Par exemple, au GIE de Nguène 3, ses 04 machines sont connectées à des tuyaux de 200mm suivis de 160mm puis 120mm. Les tuyaux 200mm ne sont pas troués. En revanche, c'est au niveau des tuyaux de 160 et 120mm que sont troués les tuyaux appelés « secondaires ». Les secondaires sont les tuyaux non flexibles où se connecte chaque raccord (drain agricole). Donc, chaque parcelle en dispose. Leur volume est corrélé aux raccords. Le raccord connaît une évolution sur son volume suivant la puissance des GMP et les volumes des secondaires. Le système d'irrigation par raccord a aussi évolué dans la puissance des machines GMP et dans les diamètres des réseaux d'irrigation.

Les tuyaux principaux en aspersion au GIE Aguène-Diambone, ont un diamètre de 160mm connectés à des tuyaux secondaires de 125mm. A partir de ces derniers, les porte-rampes de 75mm sont connectées. Les rampes ont un diamètre de 32mm, à partir desquelles sont connectées les asperseurs de 20mm (planche 8_photo 8.1). La pression maximale de l'eau au premier tuyau est de 150Psi = 10 bars. Les tuyaux secondaires de 125mm sont munis de filtres (planche 10_photo 10.3) pour empêcher les particules de transiter et de boucher les asperseurs.

Un autre problème majeur de la gestion de l'eau dans les bananeraies est les fuites d'eau au niveau des réseaux d'irrigation (planche 11). Ces fuites sont constatées à toutes les échelles des tuyaux PVC. Et elles sont tardivement prises en charge.



Photos 10.1. Les tuyaux d'irrigation ; photovoltaïques : tuyaux en acier (A) raccord : tuyaux pvc (B) et aspersion : tuyaux PE (C) (Diallo, mars 2021)



Photo 10.2. Deux raccords connectés à un secondaire et un tuyau 200mm fendu à cause de la forte pression ; il était connecté à une machine de 6 cylindres pour irriguer un périmètre de 4 ha.



Photo 10.3. En rouge, un filtre au niveau des réseaux d'irrigation en système aspersion (Diallo, mars 2021).

Planche 10: les réseaux d'irrigation (s Diallo, 2021)



Photo 11.1. Fuite d'eau au niveau des tuyaux principaux



Photo 11.2. Fuite d'eau au niveau des tuyaux secondaires



Photos 11.3. Empeur des fuites d'eau au niveau du tuyau principal

Planche 11: les fuites d'eau dans les réseaux d'irrigation par Raccord (Diallo, 2021)

II. L'ORGANISATION DES IRRIGATIONS

L'organisation des irrigations est étudiée selon les calendriers d'irrigation, le temps dédié à l'irrigation ainsi que les tours d'eau dans les parcelles.

II.1. Calendrier et temps de l'irrigation

L'irrigation dans les périmètres bananiers commence quand les producteurs constatent que le sol est déjà sèche de l'eau pluviale (au mois d'octobre). Elle s'arrête pour l'année au mois de juin après une bonne quantité de pluie capable de franchir les feuilles et mouiller le sol au niveau de la cuvette. Cependant après une longue période non pluvieuse, l'arrosage peut reprendre par épisode au cours de l'hivernage (deux jours d'irrigation au mois d'août par exemple). Le calendrier d'irrigation dépend de chaque GIE (son système d'irrigation, sa capacité financière, ses croyances sociales et religieuses). La religion prend une place importante dans l'irrigation du fait que, dans les GIE à prédominance musulmane, le vendredi est un jour non ouvrable et dans les GIE à prédominance chrétienne, c'est le dimanche qui est non ouvrable. Le mercredi est choisi chez les GIE chrétiens comme un jour de repos ou d'activités subalternes. L'irrigation de l'après-midi est suspendue pendant les périodes de carêmes chez les musulmans et chez les chrétiens c'est celle du vendredi soir qui est suspendu en période de carême. Les GIE de Sankagne n'arrosent que 4 jours dans la semaine et se repose 03. Ils n'ont pas de vacance religieuse du fait qu'il y'a des chrétiens et des musulmans dans les mêmes GIE. Donc personne n'a le privilège de vaquer à l'irrigation le jour de sa cérémonie religieuse.

L'irrigation en système raccord débute 7h et s'arrête à 11h pour reprendre à 16h et se clôturer à 18h. Dans les systèmes d'irrigation par raccord, l'arrosage se fait pendant la journée. Et pour les systèmes d'aspersion et mini-aspersion, l'irrigation peut continuer la nuit.

Dans l'irrigation par aspersion, c'est deux heures le temps d'irrigation de chaque bande. Dans ce système, qui n'exige pas la présence obligatoire d'un arroseur, tous les jours sont ouvrables jusqu'à ce que toute la bananeraie ait les besoins en eau nécessaires ou dédiés. Au GIE de Aguène-Diambone, c'est 5ha qui est irrigué sous aspersion. Et chaque deux hectares est irrigué en deux heures, ce qui ramène à 5h l'irrigation journalière du périmètre. L'étude prévoyait une heure pour deux hectares. Mais la distance entre le GMP et les parcelles (plus de 200m) ne permet pas de satisfaire les besoins hydriques des parcelles en une heure. Au GIE yellitarré Adiaf, c'est 1h 30, l'irrigation de 4ha avec deux GMP.

II.2. Les tours d'eau dans les périmètres

Les tours d'eaux permettent d'optimiser les débits, diminuer le temps d'irrigation. Ils consistent à bloquer pour une partie du périmètre l'accès à l'eau pour permettre à l'autre un accès suffisant. Les tours d'eaux en système raccord, ont été initié en 2012 pour pallier aux déficits de débit qui augmentait inutilement le temps nécessaire à l'irrigation et les pertes dans les canaux. C'est ainsi que les GIE ont divisé leurs périmètres en deux tours d'irrigation par machine. C'est-à-dire que chaque machine est affectée pour irriguer des parcelles bien précises. Ces parcelles sont divisées en deux tours d'irrigation. Autrement dit, si une partie irrigue aujourd'hui, l'autre partie irrigue demain. Par exemple le GIE de Nguène 3, avec 4 GMP, chacun irrigue 32 parcelles pour 8 bandes d'irrigation au total ; et chaque bande d'irrigation concerne 16 parcelles. Cela veut dire que chaque GMP irrigue 16 parcelles par jour soit les 32 en deux jours. Cette innovation est marquée par l'implantation des vannes (photo 13) sur les réseaux d'irrigation. Ces vannes assurent la réglementation des tours d'eau en offrant la possibilité d'ouvrir pour une bande et fermer pour l'autre.



Photo 13 : Les vannes installées aux niveaux des tuyaux pour assurer les tours d'eau par bande (Diallo, mars 2021)

Ce système d'arrosage par bande est souvent victime des défaillances dans l'aménagement des réseaux d'irrigation. Pas le même nombre de parcelles qui irriguent, les vannes ne ferment que pour une minorité et les autres sont appelés à plier ou boucher leur raccord. Cela ne permet pas d'équilibrer la main d'eau (le volume auquel chacun a droit). L'achat du raccord, à la portée financière de chaque producteur, révèle une disparité dans le débit arrivant (pas les mêmes volumes de raccord dans tous les parcelles). Même si le système d'irrigation par bande a pris de l'ampleur, d'autres GIE continuent toujours d'irriguer de façon monotone toutes ses parcelles en même temps. L'inconvénient est que le producteur doit venir chaque jour d'irrigation et la pression d'eau sur le raccord est faible. Il prend plus de temps pour remplir la cuvette.

III. BILAN ET PERSPECTIVE DE LA GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

Le Water Footprint Network (WFN) estime une empreinte hydrique moyenne de 790 m³/tonne de bananes au niveau mondial. Cependant, les résultats dépendent du système de production et de traitement utilisé ainsi que de la source d'eau.

III.1. Les prélèvements d'eaux d'irrigation

Les prélèvements d'eaux pour l'irrigation des bananeraies de la zone de Gouloumbou sont énormes. Seulement qu'ils peuvent sembler être négligeable compte tenu du volume fluvial. Nous ne disposons pas de moyens ni données pour quantifier les prélèvements. Cependant, nous pouvons donner une estimation sur les besoins en eau des bananeraies de la zone. En effet, c'est environ 1000ha qui sont aménagés et chaque hectare devant produire au maximum 70 tonnes. Alors la quantité nécessaire pour produire 70000 tonnes est de 55300000 m³ (790m³/tonne x 70000). Pour cela, tout autre aménagement dans le bassin de la Gambie doit tenir en compte de ces prélèvements.

III.2. Les coûts de l'irrigation

« Le coût de l'irrigation est très variable selon le type d'aménagement. Mais celui-ci se situe rarement en dessous de 300 euros/ha » (Memento de l'agronome, 2012). Donc l'irrigation demande des investissements lourdes en termes de capital (Memento de l'agronome, 2014). Le coût d'abord se situe sur l'acquisition des infrastructures d'irrigation, ensuite leur installation et enfin leur entretien. Les entretiens concernent la mise en œuvre des infrastructures ; L'acquisition concerne les achats des GMP et des tuyaux qui sont déterminés suivant le système d'irrigation. L'irrigation par aspersion coûte plus cher, d'où la problématique des GIE surtout communautaire à s'en approprier. En guise d'exemple, l'aménagement du système en aspersion au GIE Agouene-Diambone sur 5ha a coûté 27 millions (16 millions financé par le bureau de mise à niveau et 11 millions emprunté à la banque CNCAS). Après les coûts des infrastructures, les systèmes d'irrigation se partagent l'achat de carburant. Le gasoil demeure très coûteux. Et les variations de ses prix influencent les dépenses des GIE. Actuellement le prix du litre est à 655f ; sachant qu'un GMP consomme 70l/j (40l le matin et 30l le soir, enquête Diallo, 2021). Par exemple au GIE de Nguène 3, avec 4 GMP fonctionnels, c'est 4x70l=280l de gasoil qui est consommé par jour pour irriguer 35ha/2. Donc le périmètre en entier est irrigué par 580l de gasoil en deux jours. La consommation annuelle en gasoil tourne autour de 24millions sur un budget de fonctionnement annuel d'environ (128 parcelles x 300 000f) 38 millions (à noter que d'autres parcelles ne parviennent pas à s'acquitter de l'intégralité de leur cotisation). La cotisation est fixée dans chaque GIE communautaire et semi-privé (tableau 9). Elle varie suivant

les prix du gasoil mais aussi des contraintes internes du GIE. Dans les GIE privés, c'est le promoteur qui se charge des frais de l'irrigation.

Tableau 10 : Coût de l'irrigation par parcelle de quelques GIE (enquêtes Diallo, 2021)

GIE	Coût de l'irrigation à la parcelle
Nguène 1	200 000f
Khalass	325 000f
KOAR 3	400 000f
Adiaf 2	300 000f



Photo 14 : des réservoirs de gasoil pour alimenter les GMP (Diallo, mars 2021)

III.3. Les contraintes dans l'irrigation

L'irrigation, malgré son importance, fait face à des contraintes imputables au temps, à la vétusté des infrastructures d'irrigation, au système d'irrigation, à l'organisation d'irrigation et aux manquements dans les budgets du gasoil.

III.3.1. Les contraintes liées aux aléas du temps

En effet, le temps est incriminé par le caractère frais des mois de décembre qui refroidit les moteurs de telle sorte que les pompistes ne puissent les faire fonctionner le matin. En outre, la chaleur et l'insolation auxquelles sont soumis les GMP, réchauffent les moteurs et réduisent leurs puissances par le fait qu'en cette période, les pompistes ne prennent pas le risque d'accélérer.

III.3.2. Les contraintes liées à la vétusté des infrastructures d'irrigation

La vétusté des infrastructures d'irrigation se caractérise par les pannes des moteurs. Même si d'autres GIE ont prévu des moteurs de secours, (le GIE de Nguène 3 dispose de 6 GMP dont 4 fonctionnels et les deux autres sont des secours), les retards dans l'irrigation sont dus en grande partie aux pannes des moteurs. Les pannes sont parfois d'une durée très contraignante

(plus de deux semaines). Pour les GIE qui n'ont pas de secours, alors qu'ils disposent d'au minimum deux GMP fonctionnels, alternent les irrigations avec le GMP sain. Cela consiste à déplacer le GMP après chaque irrigation dans leur emplacement. Ainsi l'écart de l'irrigation des bananiers augmente, et ces plantes commencent à montrer des signes de carences hydriques. « Une longue période de déficience en eau aboutit, par le jeu des fanaisons plus rapides et des sorties plus lentes de nouvelles feuilles, au flétrissement total des limbes, et finalement au flétrissement de la plante entière, tout au moins à la cassure du faux tronc » (Champion, *ib*).

Le GIE Yellitarée de Adiaf, avec deux GMP fonctionnels, pour pallier au déplacement d'un GMP quand l'autre est en panne, installe les deux GMP sur un même site. Quand, l'un est en panne, l'autre se charge d'irriguer tout le périmètre en permutant surplace sur les deux réseaux d'irrigation. Les pompistes ne sont pas nettement qualifiés pour réparer des pannes trop mécaniques. L'expertise vient du centre-ville de Tambacounda ou de Dakar.

Au niveau des réseaux d'irrigation surtout avec le système raccord, c'est les fuites au niveau des tuyau et même les explosions des tuyaux qui peuvent contraindre l'irrigation. Les fuites, quand elles sont énormes, réduisent la pression ; et les explosions, quand elles surviennent, l'irrigation s'arrête jusqu'à réparation ou changement. Au niveau du système par aspersion, les asperseurs sont plus fragiles. Ils nécessitent des contrôles récurrents pour déboucher les particules solides, remplacer les sprinklers, réparer les rampes.

III.3.3. Contraintes sur l'accès au carburant

Parfois l'irrigation est perturbée par le fait que le GIE ne dispose pas de carburant. Le GIE de Néma était en 2019 confronté à ce problème qui lui conduisit en faillite. En effet, au mois de mars, le bailleur ne pouvait plus assurer l'achat de carburant, et la production n'avait pas encore débutée. C'est ainsi que les bananiers de 6 mois perdirent leurs vies par défaut d'irrigation. Certains GIE, pour atténuer, les carences en gasoil décalent les jours d'irrigation. Donc les bananiers n'auront plus l'empreinte hydrique habituel. Le déficit du budget de carburant est introduit par les dépenses dans les pannes répétitives des GMP, mais aussi par le fait que bon nombre de producteurs ne parviennent pas à satisfaire leurs cotisations.

III.4. Perspective de la gestion des eaux d'irrigation

Les prélèvements d'eau dans le fleuve pour les besoins d'irrigation des bananeraies étaient jusqu'à un moment négligeable vu l'importance du débit du fleuve. Aujourd'hui, avec l'extension et la modernisation progressive des outils d'irrigation ainsi que la recrudescence des aménagements « consommateurs d'eau » à l'aval de Gouloumbou, la bananiculture doit

mettre la lumière sur ses besoins en eaux d'irrigation. La connaissance de ces besoins permettrait de mieux sécuriser l'activité face à la pression sur la ressource au niveau du bassin et de surcroît, intégrer l'activité dans les politiques de gestion de l'eau notamment la GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eaux). Donc la gestion de l'eau dans cette activité agricole doit tenir en compte de la disponibilité et des menaces sur la ressource fluviale, mais aussi, elle doit prendre soins des prélèvements en les adaptant aux meilleures logistiques d'irrigation.

La perspective de la gestion de l'eau dans les activités liées à la production bananière à Gouloumbou s'analyse sous deux formes :

- Les aménagements au niveau du réseau fluvial
- Et les efforts de perfectionnement des systèmes d'irrigation.

III.4.1. Les aménagements au niveau du réseau fluvial

Les aménagements au niveau du réseau fluvial concernent le barrage de Sanbangelou situé à plus de 300 km en aval de Gouloumbou. Le barrage pour un coût de 388 millions d'euro, possédera un lac de 180 km² pour stocker un volume de $3,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ (Camara, 2010). Ce barrage hydro-électrique qui normalement prendrait fonction en 2023, ne sera pas sans conséquence hydrologique sur les aménagements hydro-agricoles du bassin. En effet, on peut attendre de cette infrastructure des conséquences favorables comme néfastes sur les aménagements de bananeraie. « Une des principales difficultés d'augmenter la production agricole a été de ne pouvoir étendre suffisamment l'espace cultivé » du fait des contraintes liées à l'eau. Ainsi les « acteurs agricoles pour remédier à cette problématique font recourt à la construction de barrage » (Arlauds et *al*, 1997). Dans ce cas de figure, le barrage pourrait lutter contre les inondations fluviales dont les bananeraies sont victimes et par conséquent, désenclaver des terres jusque-là non exploitées du fait des fortes crues. L'aménagement d'un barrage serait très intéressant pour les bananeraies de la zone de Gouloumbou. Toutefois, il serait important de tenir en compte du rapport des courants dans l'estuaire. En effet la remontée de la langue salée par le réseau fluvial pourrait s'accroître quand la force du courant fluvial est réduite. Une montée de la salinité le long du fleuve pourrait compromettre toutes les cultures bananières basées sur le fleuve. A titre d'illustration, Badji S. affirme que due à la « salinisation du fleuve Casamance, les bananeraies de Moyenne Casamance sont irriguées à partir de la nappe ». Cependant, le bananier peut supporter une légère salinité des eaux d'irrigation et du sol : jusqu'à 300mg/l de NaCl, 1500ppm de sels totaux, conductivité électrique supérieur à 0,5 millimohs/cm (Memento de l'agronome, 2012).

Il serait important de se rappeler aussi que le barrage n'a pour vocation de favoriser les aménagements hydro-agricoles. Donc son avantage pour ces derniers, risque d'être qu'une coïncidence. Alors, nulle surprise quand des conflits d'intérêt se posent entre production électrique et protection des aménagement hydro-agricoles. On note des cas similaires dans le fleuve Sénégal. En effet, « Depuis la mise en service des barrages en 1988, le contrôle de la crue pour les besoins de l'irrigation et de l'énergie a bouleversé les processus naturels dont dépendaient diverses activités : agriculture, élevage, pêche continentale en particulier » (Adams, 2000 ; cité par Sy). Et d'autant plus, « la maîtrise de l'eau au niveau régional ne s'est pas forcément traduite dans les périmètres irrigués par un accès à l'eau aux moments opportuns » (Sy, 1996 ; cité par Sy 2006).

III.4.2. Des perfectionnements des systèmes d'irrigation

Dans la zone de Gouloumbou, contrairement dans beaucoup de contexte agricole où la disponibilité des ressources en eau fait défaut, c'est le problème de la gestion des ressources disponibles (en excès) qui se pose. Cette mauvaise gestion est imputable à la précarité de certains systèmes d'irrigation. Dorénavant, les systèmes d'irrigation doivent connaître un perfectionnement en vue d'une automatisation et une maîtrise de l'irrigation. En effet, l'irrigation par aspersion doit être généralisée afin d'assurer une meilleure irrigation et une bonne gestion de l'eau pour tous les GIE ; car c'est le système qui en même temps satisfait l'irrigation des bananiers et respecte les normes de la gestion de l'eau. Le système raccord étant le plus utilisé n'est pas favorable à la gestion de l'eau.

Conclusion de la troisième partie

Dans les activités bananières, la gestion de l'eau est observable sous deux angles : au niveau des stations de conditionnement et au niveau des systèmes d'irrigation. Dans les stations de conditionnement se pose le problème du traitement des eaux utilisées. Dans les systèmes d'irrigation, le coût énorme des infrastructures privilégie l'irrigation par raccord. Ce système n'étant pas le mieux pour intégrer les aspects de la gestion de l'eau. D'autres systèmes sont expérimentés, mais, hormis le système par aspersion, ils ne sont pas à la hauteur de satisfaire les besoins hydriques des bananeraies. Dans tous les cas, les coûts d'irrigation sont énormes. Et l'irrigation fait face à des contraintes liées à l'entretien des infrastructures et des budgets. Comme perspectives, la bananiculture doit intégrer dans toute sa chaîne de production les aspects de protection de l'environnement et de lutte contre le changement climatique (Elbehri et al., 2016) pour assurer la pérennisation écologique de la culture dans la zone.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La péjoration climatique à partir de 1968 a favorisé l'avènement des bananeraies dans la vallée du fleuve Gambie, à l'environ de Gouloumbou. Cet avènement s'explique par le caractère favorable des conditions physiques à la culture bananière et l'existence d'un potentiel hydrique suffisant pour l'exercice de l'activité. La pédologie du milieu, les températures, l'insolation, satisfont respectivement les exigences édaphiques, thermiques du tissu végétal. A ces facteurs physiques, s'ajoute une organisation humaine, aujourd'hui, très qualifiée dans la culture du bananier. Cependant le retour des années humides à partir de 2003, révéla une fragilité de la bananiculture par l'importance des crues qui entraînent des inondations, mais aussi par les eaux de pluie qui, à une certaine intensité, s'accumulent etaturent les parties dépressionnaires des périmètres. Ceci, rappelle que les aménagements des bananeraies ont été faits sans étude prospective. Les ressources hydriques, analysées à travers les débits fluviaux et les averses pluviométriques, montrent une abondance hydrique au point de contraindre l'expansion des aménagements bananiers. En effet, les inondations de crue accentuée par les bras de crue, enclavent les périmètres bananiers, en occupant les « Faros » situés en amont des périmètres bananiers. Dans ce cas de figure, ces derniers sont coincés entre les crues du fleuve au niveau des berges et le lit d'inondation. Ce qui empêche des possibilités d'étalement des périmètres bananiers. Les étiages aussi par leur caractère très prononcé défavorisent l'irrigation en augmentant la longueur des réseaux d'irrigation, mais aussi en soumettant, les tuyaux principaux, à l'escarpement de pentes assez fortes. Vu ces contraintes hydriques, la gestion de l'eau doit être le sacerdoce des producteurs bananiers sur la vallée du fleuve Gambie.

Ainsi, la gestion de l'eau dans les périmètres est confrontée au caractère rudimentaire des systèmes d'irrigation. Le système raccord, utilisé à 69%, ne favorise pas la gestion de l'eau. Après la vétusté de ses infrastructures, les fuites d'eau sont énormes et les eaux au niveau de la cuvette sont soumises à l'évaporation. Le système par aspersion, est le plus compatible avec les exigences d'irrigation des bananiers et il est aussi le meilleur dans la gestion de l'eau. Cependant, il coûte très cher et n'est donc pas accessible à tous les GIE. Pour cette raison, il est utilisé à 15% ; et principalement dans des GIE privés.

Cette étude a tant bien que mal, apporté de la lumière sur les rapports entre eau, bananeraie et milieu biophysique. Elle confirme l'empreinte négative des fortes précipitations et des dynamiques hydrologiques du fleuve que sont les étiages et les crues dans les processus de production bananière. Elle met la lumière sur l'état et les défis des systèmes d'irrigation. Elle constitue un outil incontournable d'aide à la prise de décision sur les éventuels aménagements hydro-agricoles de

bananiers dans les vallées des fleuves tropicaux ouest-africains. C'est ainsi qu'on peut dire que notre objectif principal est atteint et les hypothèses posées sont vérifiées. Par conséquent des perspectives de recherche se dégagent sur le projet du barrage hydro-électrique de Sambangalou qui pourrait inclure dans ses objectifs la protection des aménagements hydro-agricole en aval. Ce barrage pourrait atténuer les inondations entraînées par les crues du fleuve Gambie dans les bananeraies. Mais aussi il pourra réduire la sévérité des étiages en soutenant l'écoulement dans le chenal en période sèche. Cette perspective évoque la question de la maîtrise de l'eau dans les périmètres bananiers. Elle doit donc influencer l'utilisation rationnelle des eaux prélevées. Pour cela, les baniculteurs doivent s'adapter en révolutionnant leurs systèmes d'irrigation qui respecteront les normes de la gestion de l'eau mais aussi les normes de la protection de l'environnement en généralisant les systèmes par aspersion et en pratiquant la culture de la banane biologique. La protection de l'environnement intègre aussi le remplacement des GMP à diesel par le recours aux énergies renouvelables. Les normes de la gestion de l'eau concernent la quantité mais aussi la qualité. Les intrants chimiques (engrais, nématicides...) utilisées en bananeraies sont de grands vecteurs de la pollution et de la contamination des eaux et des sols (Charlier, 2007) ; et pour cela, elles doivent être limitées.

La maîtrise de l'eau influencée par l'aménagement du barrage doit conduire les producteurs à fournir en quantité suffisante une banane de qualité pour tout le marché national en toute période et ainsi limiter les exportations. Pour cela, les stations de conditionnement doivent se multiplier pour que toute la banane accède à de meilleurs traitements. Cependant les ampleurs d'agro-business impulsées par des privées ne doivent pas restreindre le développement des GIE communautaires qui ont été les pionniers dans la culture bananière au Sénégal. Le développement des bananeraies doit faire fi aux conflits fonciers et contribuer largement aux développements de leurs collectivités. Pour cela, une bonne gestion des ressources foncières et une transparence des relations entre acteurs privées qui doivent dégager les responsabilités sociétales de leurs entreprises et des acteurs communautaires qui doivent en bénéficier (Borrell, 2017) va favoriser la cohabitation des acteurs de la bananiculture. Cette bonne cohabitation éviterait des conflits entre acteurs privées et acteurs communautaires qu'on commence à sentir sur la concurrence rude dans le marché national de la banane. Ces risques de marginalisation des agricultures familiales, à la suite de la dégradation des conditions de production, du fonctionnement des services de l'eau et de la commercialisation des produits agricoles augmenteront si les ajustements économiques, organisationnels et surtout institutionnels nécessaires ne sont pas effectués (Devèze et *al.*, 2003). Cependant, ce n'est pas l'augmentation de la production qui va améliorer les conditions de vie des producteurs, mais c'est la valorisation du prix d'achat auprès de ces producteurs (Mazoyer et *al.*, 2002).

BIBLIOGRAPHIE

- Agarwal, A. (2000).** La gestion intégrée des ressources en eau. Global water partnership, 80p.
- Altendorf, S. (2019).** Bananas and major tropical fruits in Latin America and the Caribbean: The significance of the region to world supply. FAO Food Outlook, No.May, 73-76p.
- Altendorf S. (2019) :** La race tropicale 4 de la fusariose de la banane : Une menace croissante pour le marché mondial de la banane ? FAO, 20p.
- André P., (1983) :** études des crues observation des niveaux et débits, hiver 1982-1983, rapport du BRGM, 40p.
- André Y., Bailly A., et al, (1990) :** modèles graphiques et représentation spatiale, Anthropos/Reclus, Paris, 217p.
- Anonyme (1997) :** Gestion paysanne des aménagements hydro-agricoles en Afrique de l'ouest, séminaire Inter-Réseaux, 80p.
- Anonyme (2006) :** Memento de l'agronome, CIRAD-GRET, Ministères des affaires étrangères, Paris, 2006, 1700p.
- ANSD/SRSD Tambacounda (2011) :** Situation économique et sociale régionale, 125p.
- ANSD/SRSD Tambacounda (2013) :** Situation économique et Sociale régionale, 99p.
- Arias P. et al (2004) :** économie mondiale de la banane :1985-2002, FAO, 102p.
- Arlaud S., Périgord M. (1997) :** Dynamiques des agricultures et des campagnes dans le monde, Editions EPHRYS, 247p.
- Assemian, E., et al., (2013).** Étude de l'impact des variabilités climatiques sur les ressources hydriques d'un milieu tropical humide : Cas du département de Bongouanou (Est de la Côte d'Ivoire). Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, 26(3), 247-261. <https://doi.org/10.7202/1018789ar>
- Avenard J.-M. et Michel P. (1982) :** Aspects de la dynamique actuelle dans la zone tropicale à saison sèche de l'Afrique de l'ouest, université Louis Pasteur de Strasbourg 1, 43p.
- Aymen M. (2009) :** Analyse et comparaison des caractéristiques des crues dans un contexte de changements climatiques, mémoire de maîtrise, INRS-ETE, 78p.
- Badji S. (2017) :** Le sud du Sénégal à l'heure de la culture irriguée de la banane : innovations agricoles et dynamiques territoriales, thèse de doctorat, UGB, Sorbonne, univ., Panthéon, 317p.
- Bailly A. (2005) :** les concepts de la géographie humaine, Armand Colin, 5e édition, 333p.
- Bavoux J.-J. (2002) :** la Géographie, objets, méthodes, débats, Armand Colin, 239p.
- Brunet R., Ferras R., Théry H. (2006) :** les mots de la Géographie, dictionnaire critique, Reclus-la documentation française, 517p.

- Bakry, F., et al., (1997).** Les bananiers [Book_section]. L'amélioration des plantes tropicales ; CIRAD, 109-139p. <https://agritrop.cirad.fr/465009/>
- Barrère, P. (1950).** Le marché mondial de la banane. Les Cahiers d'Outre-Mer, 3(12), 343-369p. <https://doi.org/10.3406/caoum.1950.1702>
- Bocoum C. (1993).** Les aménagements hydroagricoles dans l'arrondissement de Missirah (région de Tambacounda), Mémoire de Maîtrise : UCAD 119 p.
- Borrell, T. (2017).** Analyses multiniveaux de l'économie de la RSE : Le cas des entreprises de la filière banane au Cameroun, thèse de doctorat, université Grenoble Alpes, 420p.
- Cabinet Prestige (2010) :** Étude d'Impact Environnemental et Social du projet de travaux de construction de pistes de production dans la région de Tambacounda, Rapport revu et corrigé, 229p.
- Camara A. (2010) :** Intégration de l'importance de la biodiversité d'eau douce dans le processus de développement de la l'aménagement hydroélectrique de Sambangalou sur le fleuve Gambie, OMVG, Paris, 22p.
- Carré P. (1992) :** Usages agricole de l'eau, Editions de l'ORSTOM Collection colloques et séminaires PARIS, 340p.
- Chaléard J. L., Charvet J. P. (2004):** Géographie Agricole et rurale, BELIN, 239p.
- Chaléard J.-L., Sanjuan T.(2017) :** géographie du développement, territoires et mondialisation dans les Suds, Armand Colin, 270p.
- Champion J. (1960) :** Quelques indications sur les besoins en eau du bananier "nain », Fruits - Vol . 15, no 9, 1960, 384 à 400p.
- Chaperon P., Gujguen N. (1974) :** Etude hydrologique du bassin continental du fleuve Gambie, P. N. U. D-projet REG60, rapport terminal 257p.
- Charlier, J.-B. (2007).** Fonctionnement et modélisation hydrologique d'un petit bassin versant cultivé en milieu volcanique tropical (Antilles françaises), thèse de doctorat, Université Montpellier 2, 246p. <https://agritrop.cirad.fr/544501/>
- Charlotte P. (2016) :** Régulations écologiques d'un complexe de bioagresseurs du bananier dans un gradient de complexité végétale des agroécosystèmes, thèse de doctorat, Montpellier, 260p.
- Chemla G. (1995) :** statistique appliquée à la géographie, Edition Nathan, 159p.
- Chevallier, P., Pouyaud, B. (1996).** L'hydrologie tropicale : Géoscience et outil pour le développement : mélanges à la mémoire de Jean Rodier, acte de la conférence de Paris, mais 1995, AISH. 435p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01922881>
- CNUCED (2016) :** Banane, conférence des nations unies sur le commerce et le développement, INFOCOMM, 21p.

- Dalage A., Métaillé G. (2015)** : Dictionnaire de biogéographie végétale, nouvelles éditions encyclopédiques et critiques, CNRS Editions, Paris 962p.
- De Bélizal E. (2017)** : Géographie de l'environnement, Armand Colin, 276p.
- Descroix, L., et al., (2015)**. Paradoxes et contrastes en Afrique de l'Ouest : Impacts climatiques et anthropiques sur les écoulements 12p.
- Devèze, J.-C., et al., (2003)**. Grands aménagements hydro-agricoles d'Afrique subsaharienne : Poursuivre les évolutions institutionnelles. *Afrique contemporaine*, n° 205(1), 193-203p.
- Dewailly J.-M. (1970)** : la culture de la banane d'exportation à Madagascar, article publié dans *Madagascar Revue de Géographie* n°16, 1970, Université de Madagascar, 7 à 43p.
- Dezetter, A et al., (2010)** : Prise en compte des variabilités spatio-temporelles de la pluie et de l'occupation du sol dans la modélisation semi-spatialisée des ressources en eau du haut fleuve Niger, *Global Change : Facing Risks and Threats to Water Resources* (Proc. of the Sixth World FRIEND Conference, Fez, Morocco, October 2010). IAHS Publ.340, 544-552p.
- Dia. A. M., (2000)** : Écoulements et inondations dans l'estuaire du fleuve Sénégal : le cas de la ville côtière de Saint-Louis. UCAD/Dakar, mémoire de master, 72p.
- Dia I. (2010)** : Impacts des cultures de rente de la périphérie de la réserve de biosphère du Niokolo-Koba sur la dynamique des ressources végétales : le cas de Koar dans la marge nord-ouest. Thèse de doctorat de troisième cycle de géographie, Ucad, 314 p.
- Diallo T. B., (2004)** : Espaces, ressources et potentiels : Efficience de deux modes de Prélèvement en périphérie Nord du Parc National du Niokolo Koba (Sénégal), Ucad Dakar, DEA de Géographie
- Dieng M. (1965)** : Contribution à l'étude géologique du continental terminal du Sénégal (Travaux effectués de 1962 à 1965), bureau de recherche géopolitique et minière, Dakar, tome 1, 180p.
- Diop M. (2006)** : La culture de la banane dans l'arrondissement de Missirah, mémoire de maîtrise, UCAD,104p.
- Dribault Y. (2012)** : Caractérisation de la dynamique saisonnière de l'hydrologie des tourbières minérotrophes du Moyen-Nord québécois, à l'aide de l'imagerie satellitaire multispectrale à très haute résolution spatiale. Mémoire. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Maîtrise en sciences de l'eau, 116 p.
- Elbehri, A., et al., (2016)**. Ecuador's banana sector under climate change: An economic and biophysical assessment to promote a sustainable and climate-compatible strategy. FAO,180p.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2017001509>
- Elimelech Sapir E., Sné M. (2012)** : L'irrigation par aspersion, Etat d'Israel 93p.
- FAO (2020)** : Examen du marché de la banane :resultats preliminaires 2019. Rome, 16p.
- FAO (2014)**: The Changing Role of Multinational Companies in the Global Banana Trade, 5p.

- FAO (2004)** : L'eau, l'agriculture et l'alimentation, Une contribution au Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau, 67p.
- Faures J. M. et Sonou M.** : Les aménagements hydro-agricoles en Afrique Situation actuelle et perspectives, 15p.
- Faye, C. (2016).** Etude de la gestion communautaire des ressources en eau et des conflits d'usage dans un terroir villageois. Larhyss Journal, 219 à 240.
- Faye, C. (2017).** Caractéristiques de la Sécheresse au Sénégal : Méthodes d'analyses, Types d'impacts et Modèles de gestion, Éditions Universitaires Européennes, 232p.
- Faye, C. (2019).** Les territoires de l'eau au Sénégal : Des faits de géographie physique et humaines à travers l'élément eau, les Éditions Chapitre.com. 220p.
- Faye, C., Diop, et al., (2015).** Impacts des changements de climat et des aménagements sur les ressources en eau du fleuve Sénégal : Caractérisation et évolution des régimes hydrologiques de sous-bassins versants naturels et aménagés. Belgeo. Revue belge de géographie, 25p.
- Faye, C., Mendy, A. (2018.)** Variabilité climatique et impacts hydrologiques en Afrique de l'Ouest : Cas du bassin versant de la Gambie (Sénégal), EWASH & TI Journal, Volume 2 Issue 1, 54-66p.
- Félix H. (1935)** : Fumure organique du bananier en Afrique Occidentale, journal d'agriculture traditionnelle et botanique appliquée, 506-525p
- Foundation 2iE, (2010)** : Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau, Institut Internationale d'Ingenieurie de l'Eau et de l'Environnement, 140p.
- Fournier, R. (2013).** Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent : Adaptations aux changements climatiques : rapport final, 116p.
- Frenken, K. (2005).** Irrigation in Africa in figures : AQUASTAT survey, FAO Water Reports, 633p.
- Gayral, P. (2008).** Evolution des pararétrovirus endogènes de plantes : Le cas des séquences intégrées du Banana streak virus chez le bananier (Musa sp.) [Thesis, UM2]. <https://agritrop.cirad.fr/547688/>
- Ghiotti, S. (2007).** Les territoires de l'eau : Gestion et développement en France. CNRS Ed, 246p.
- Girard M.-C., Schwartz C., Jabiol B. (2011):** Etude des sols, description, cartographie, utilisation, Dunod, Paris, 404p.
- Godefroy, J., Lassoudière, A., et al., (1978).** Action du chaulage sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité d'un sol tourbeux en culture bananière, Fruits - vol . 33, n° 2 ; 77-90p.
- Gomis D. (2000)** : synthèse hydrologique du fleuve Gambie en amont de Gouloumbou, mémoire de maîtrise, UCAD, 163p.

- Goumbala M., (2000)** : la production bananière dans le sud-est du Sénégal : modalités de diversification de l'agriculture et impacts géographiques sur les paysages agraires locaux : l'expérience de l'APROVAG dans le CR de Missirah, mémoire, UGB, 98p.
- Grillot, C. (2006).** Fonctionnement hydrologique et dynamique des nutriments d'une rivière intermittente méditerranéenne en étiage et en crues. Analyse spatiale et temporelle. [Phdthesis, Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00142396>
- Haendler L. (1966)** : produits de transformation de la banane. Fruits, vol. 21, n° 7, juillet-août 1966, 329 à 342p.
- Homard H., (1974)** : Études hydrologiques et topographiques du bassin de la Gambie. Rapport terminal tome 1. Rapport principal, 124p.
- Jacques-Félix, H. (1935).** Fumure organique du Bananier en Afrique Occidentale. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 506-525p. <https://doi.org/10.3406/jatba.1935.5521>
- Konate L., (1998)** : Les Bas-fonds dans le réseau hydrographique du fleuve Gambie : (Cartographie, Régime hydrologique, Valorisation Agricole et Typologie), Thèse doctorat 3ième cycle, Département de géographie, UCAD, 183 p.
- Koné, B., Dao, A., et al., (2019).** Effet de la Variabilité Pluviométrique sur les Écoulements de Surface dans le Bassin Versant de l'Agnéby au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. European Scientific Journal, ESJ, 15(27), 383-383p. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n27p383>
- Laberche J. C. (2010)** : biologie végétale, DUNOD, 3e édition 305p.
- Labidi, A. (1996).** Crues et apports Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche. 265p.
- Lamagat J. P, Albergel et al., (1990)** : Monographie hydrologique du fleuve Gambie ORSTOM, Dakar. 247 p.
- Lassois L., Busogoro J.-P., Jijakli H., (2015)** : La banane : de son origine à sa commercialisation, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2009 **13**(4), 575-586p.
- Lassois et al, (2009)** : Facteurs agronomiques et moléculaires influençant la sensibilité des bananes (*Musa acuminata*, AAA, cv 'Grande-Naine') aux pourritures de la couronne, University of Liege, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique. 162 p,
- Lassoudière A. (1971)** : La croissance des racines du bananier, Fruits - Vol. 26, n° 7-8, 501-512p.
- Lassoudière, A. (1974).** Croissance et développement du bananier " Poyo" en Côte d'Ivoire selon les variations climatologiques, Fruits - vol . 29, n°6, 433-445p.
- Lassoudière, A. (1974).** La mosaïque dite " à tirets" du bananier " Poyo" en Côte d'Ivoire. Fruits, 29(5), 349-357p.
- Lassoudière, A. (1980a).** Comportement du bananier Poyo au second cycle. III. Etude d'une population. Fruits, 35(1), 3-17p.
- Lassoudière, A. (1980b).** Comportement du bananier Poyo au second cycle. Iv. Mise en évidence d'interactions entre rejet et pied mère et entre rejets frères. Fruits, 35(2), 69-93p.

- Lassoudière, A. (1980c).** Matière végétale élaborée par le bananier Poyo depuis la plantation jusqu'à la récolte du deuxième cycle.
- Lassoudière, A. (2007).** Le bananier et sa culture. Editions Quae, 386p.
- Lassoudière A. (2010) :** L'histoire du bananier, Editions Quae, France, 351p.
- Lassoudière, A. (2012).** Le bananier : Un siècle d'innovations techniques. Editions Quae, 352p.
- Lassoudière, A. (2014).** Le bananier roi des végétaux. TheBookEdition.
- Lassoudière, A., Pinon, A. (1971).** Indications préliminaires sur des essais de désherbage chimique en bananeraie, Fruits, vol. 26, n°5, p .233 .348.
- Laurent, F., & Ruelland, D. (2010).** Modélisation à base physique de la variabilité hydroclimatique à l'échelle d'un grand bassin versant tropical, Global Change: Facing Risks and Threats to Water Resources, Fez, Morocco, 10p.
- Lebeau R. (2004) :** les grands types de structures agraires dans le monde, Armand Colin, 7e édition, 192p.
- Lescot T. (2006) :** La banane en chiffres : le fruit préféré de la planète. Fruitrop (Ed. Française) (140) : 5-9p.
- Lescot T. (2015) :** La diversité génétique des bananiers, Fruitrop, 231: 98-102p.
- Mahé, G. (1993).** Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique : Étude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV2012051355>
- Mahe, G. (2006).** Variabilité pluie-débit en Afrique de l'Ouest et Centrale au 20 ème siècle : Changements hydro-climatiques, occupation du sol et modélisation hydrologique, mémoire, Montpellier 2, 160p.
- Mazoyer M. (2002) :** Larousse agricole, le monde paysan au XXIe siècle, 767p.
- Mazoyer M. et Roudart L., (2002).** Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine. Paris, 2ème éd., Seuil, 723 p.
- Mbaye, A., Dia, A., et al., (2015).** Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance, IRD Edition/L'Harmattan, 1^{er} édition, 242p.
- Melin Ph., Marseault J. (1972) :** Intérêt de l'irrigation en bananeraie au cameroun, Fruits - vol. 27, n°7-8, 495-508p.
- Mendy, A. (2014).** Les aménagements hydro-agricoles des vallées de la Néma et de Médina Djikoye comme stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Espoirs et vulnérabilités du socio-écosystème. Ethics, 11, 109-125p.
- Merlin P. (2000) :** géographie humaine, presses universitaires de France, 578p.
- Messaitfa M., (2007).** Les indicateurs de performances en irrigation gravitaire, localisée, par aspersion à l'échelle de la parcelle de l'exploitation (cas de deux exploitations de périmètre de la Mitidja ouest). Mémoire d'ingénieur, INA El-Harrach.136p.

- Meunier, Q., Lassois, L., & Doucet, J.-L. (2011).** Guide de plantation et de conduite d'une bananeraie agroforestière en milieu rural au Gabon, DACEFI-2, 32p.
- Mialoundama Bakouetila, G., et al. (2016).** Analyse des déterminants de la consommation de la banane (*Musa sp.*) à Brazzaville, République du Congo. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 31, 4864-4873p.
- Moreau, B. (1965).** La croissance et le développement du bananier « Gros Michel » en Equateur. *Fruits*, 20 (5) : 201-220p.
- Ndery, N. (1986).** L'irrigation en question : Problemes socio-economiques de developpement rural et regional, les implications du barrage de diama et les aménagements hydro-agricoles sur la vallee du fleuve senegal [These de doctorat, Université Pierre Mendès France (Grenoble)], 216p.
<http://www.theses.fr/1986GRE21056>
- Olivry J. C., (2002) :** Synthèse des connaissances hydrologiques et potentiel en ressources en eau du fleuveNiger. Niamey, World Bank, Niger Basin Authority, provisional report, 160 p.
- OMM (2012) :** Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé, METEOTERM, n°1090, 25p.
- OMVG (2014) :** Étude d'impact environnemental et social (EIES) de l'aménagement hydroélectrique de Sambangalou et de l'interconnexion, rapport final, 630p.
- Ouattara S. S., (1974) :** sols de la région de Gouloumbou esquisse de carte pédologique au 1/20000 - ème 'étude de deux toposéquences, rapport de stage, ORSTORM, 193p.
- Ouedraogo K. (2013) :** Étude sur la connectivité entre les questions foncières et la gestion de l'eau agricole en Afrique occidentale et centrale, rapport de synthèse, 127p.
- Orsenna E. (2008) :** l'avenir de l'eau, succès du livre, 561p.
- ORSTOM, (1990) :** Utilité et limites des modèles en hydrologie. Montpellier, 84 p
- Pelissier P. (1966) :** Les paysans du Sénégal, Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance, version électronique édité en 2008, 537p. télécharger sur :
http://www.histoireucad.org/archives/index.php?option=com_remository&Itemid=60&func=select&id=23
- Pinault, R. (1931).** Note sur la culture du Bananier en Guinée. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 11(114), 65-70p. <https://doi.org/10.3406/jatba.1931.4956>
- Penot E. (2011) :** exploitations agricoles, stratégies paysannes et politiques publiques, les apports du modèle Olympe, QUAE, 335p.
- Pereira B. S., (1966) :** Note explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/200.000e. Feuilles de Tambacounda et Bakel Sud. Rapport ORSTORM, Dakar, 53p.
- Ramade F. (1998) :** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, Ediscience international, Paris, 786p.
- Ricci P., Bui S., Lamine C. ((2011) :** repenser la protection des cultures, innovations et transitions, QUAE, 250p.

- Risède, J.-M., Declerck, S., & Delvaux, B. (1999)** : L'endomycorhization précoce du bananier : Une contribution possible à l'établissement de systèmes de culture durables, plus respectueux de l'environnement [Conference_item]. Systèmes de production durable en fruits et légumes : traçabilité sur les produits, cahiers des charges sur les pratiques, outils de diagnostic et de gestion à la parcelle. Résumés des communications, liste des participants; CIRAD-FLHOR. <https://agritrop.cirad.fr/263544/>
- Roche M. (1963)** : Hydrologie de surface, ORSTORM,. Editions Gauthier-Villars Paris, 430 p.
- Ruf, T. (1992)**. Aménagements hydroagricoles anciens. CIRAD-SAR, Montpellier, 2 septembre 1992, 14p
- Ruf, T. (1993)**. Innovation et maîtrise de l'eau : Vers une problématique de gestion sociale de l'eau, OAI, 9p.
- Sagna, P. (2005)** : Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie Ouest de l'Afrique Occidentale ; tome I, thèse de doctorat, IIIem cycle, UCAD, 277p.
- Sané, T. (2017)** : Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal), thèse de doctorat de Géographie en cotutelle internationale, UCAD, Sorbonne Paris Cité, Paris Diderot-Paris 7, 377p.
- Sarr A.-L. (1999)** : production agricole et changement social : conséquences démographiques et socio-économiques de la banane à Missirah, mémoire de maîtrise, UGB, 206p.
- Séne A. D. ; (2011)** : Problématique de la banane dans l'arrondissement de Missirah : perspectives pour une autosuffisance nationale, mémoire de fin d'étude, ISFAR, 87p.
- Simmonds N., (1962)**. The evolution of the bananas. Longmans, Université de Cornell, New York, USA, 170p.
- SOMBO S. Z. C., (2006)** : Etude de l'aménagement Hydro agricole du bas fond de Buyo, mémoire, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 80p.
- Sokolov A.A. et al (2005)** : Méthodes de calcul pour les études hydrologiques concernant l'aménagement des eaux, UNESCO, études et rapports d'hydrologie, 134p.
- Sow A. A. (2006)** : le niaoule et son bassin : étude hydrologique 26p.
- Sow A. A. (2007)** : Hydrologie du Sud-Est du Sénégal et de ses confins Guinéo-maliens : les bassins de la Gambie et de la Falémé ; thèse de Doctorat, UCAD, 1232p.
- Staver C., Lescot T. :** La multiplication de matériel de plantation de qualité pour améliorer l'état sanitaire et la productivité des cultures : Pratiques clefs pour les bananiers et les bananiers plantain, Guide Illustré, Edition Pascal Chaput, 56p.
- Sy O. (2006)** : problématiques de la dynamique et de l'aménagement de la zone fluvio-lacustre et de l'espace ferlien du Sénégal, thèse de doctorat, université Michel de Montaigne Bordeaux 3, 387p.
- Telemans B. A., (2012)** : La culture des bananiers au Sénégal, RADHORT 17p.
- Temple, L., Marie, P., et al., (2008)**. Les déterminants de la compétitivité des filières bananes de Martinique et de Guadeloupe. Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires, 308, 36-54p. <https://doi.org/10.4000/economierurale.352>
- Tiberghien F., (2012)** : Eau et agriculture : problématiques actuelles. GREP | « Pour ». 2012/1 N° 213 | 37 à 43p.
- Tixier, P. (2004)**. Conception assistée par modèle de systèmes de culture durables : Application aux systèmes bananiers de Guadeloupe [Phdthesis, Ecole nationale supérieure agronomique de montpellier - AGRO M], 245p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00010937>

- Touré A. (2010)** : Etude d'aménagement hydro-agricole de 7000 hectares sous irrigation par aspersion à travers un réseau de pivot d'irrigation à Séríbabougougou dans le casier de Mbewani – Ségou zone office du Niger, mémoire, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), 80p.
- Université de Michigan (1985)** : Gestion des ressources en eau et mise en valeur du bassin du fleuve Gambie, USAID_OMVG, 325p.
- Véco/Rikolto (2009)** : Banana chain in Tambacounda, Senegal : sustainable livelihood analysis and chain analysis, VECO_APROVAG, 20p.
- Veyret Y., Vigneau J.-P. (2012)** : géographie physique, milieux et environnement dans le système terre, Armand Colin, 368p.

WEBOGRAPHIE

<http://www.fao.org/3/T0122F/t0122f0d.htm>

<https://www.fao.org/publications/card/en/c/f68b507f-3963-558c-81dd-dd279203b435/>

<http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/water-footprint/fr/>

https://www.aqua6.info/blog/25_les-differents-systemes-d-irrigation.html consulté le 22 avril 2021

<https://www.agrimaroc.net/2018/06/10/materiel-dirrigation-choix-utilisation-et-entretien/3/> Consulté le 28 avril 2021

<https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/les-inondations-par-ruissellement> consulté le 10 mai 2021

<https://issuu.com/vredeseilanden/docs/banana-chain-in-tambacounda-senegal> consulté le 22 mai 2021

<https://www.senegal-export.com/a-tambacounda-la-production-de.65.html> consulté le 22 mai 2021

<https://actuprime.com/tambacounda-le-fleuve-gambie-deborde-et-engloutit-des-hectares-de-rizieres-et-de-bananaeraies/> consulté le 22 mai 2021

<http://www.alkuma.info/spip.php?article7288> consulté le 22 mai 2021

<https://www.tambacounda.info/2015/10/18/des-images-des-inondations-des-plantations-de-banane-de-la-zone-de-gouloumbou-suite-au-debordement-du-fleuve-gambie/> consulté le 22 mai 2021

<https://www.tambacounda.info/2015/10/23/tambacounda-80-hectares-de-bananaeraies-inondes-dans-la-zone-de-gouloumbou-producteurs/> consulté le 22 mai 2021

<https://wikiwater.fr/E52-Les-techniques-d-irrigation-simples-et-efficaces> consulté le 06 juillet 2021

<https://www.agri-mag.com/2021/03/materiels-dirrigation-les-economies-deau-passent-par-les-outils-de-pilotage/> consulté le 06 juillet 2021

http://ofadec.org/?page_id=9 consulté le 03 novembre 2021

https://m.bifamomag.com/Tambacounda-lancement-d-un-projet-de-banane-biologique_a1602.html consulté le 03 novembre 2021

<http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/183>

<https://www.rapport-gratuit.com/les-indices-de-secheresse-de-climatiques-et-hydrologiques/>

Table des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1: Données d'échantillonnage	13
Tableau 2. Échantillonnage	13
Tableau 3: caractéristiques des crues et étiages du fleuve Gambie, à la station de Gouloumbou pour quelques années hydrologiques.....	30
Tableau 4 : Valeurs de l'indice SPI (sources : OMM, 2012).....	32
Tableau 5 : fréquences de culture des variétés bananières (Source : enquêtes Diallo, 2021)..	45
Tableau 6 : Quantité de la transpiration des feuilles du bananier suivant les conditions climatiques (d'après Morello, 1951)	47
Tableau 7 : dommages des inondations de 2015 dans les GIE du village de Koar (source : recensement union zonale de Koar)	59
Tableau 8 : superficie des zones spécifiées dans la figure 26 (périmètre de Khalass).....	80
Tableau 9 : classification des types de GIE et de leurs systèmes d'irrigation (enquête Diallo, 2021).....	100
Tableau 10 : Coût de l'irrigation par parcelle de quelques GIE (enquêtes Diallo, 2021).....	110

Listes des figures

Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude (Diallo, 2020).....	3
Figure 2: maillage du questionnaire dans les GIE ; le support est le modèle du GIE de Nguène 2, représenté par Vasseur S. et Py C. en 2004, repris par Badji en 2017.	15
Figure 3: profil topographique de la zone d'étude (Diallo, 2021)	19
Figure 4: modèle numérique de terrain de la zone d'étude (Diallo, 2021)	19
Figure 5 : carte pédologique de la zone d'étude (à noter que les bananeraies se trouvent dans les sols hydromorphes – Diallo, 2021)	21
Figure 6 : le caractère du sol par rapport à la bananiculture (enquêtes Diallo, 2021).....	21
Figure 7: Courbe d'oscillation des températures du milieu de 1980 à 2019 comparée aux exigences thermiques du bananier (données : ANACIM).....	23
Figure 8: courbe des moyennes mensuelles de l'insolation en heures pour 2019 (données ANACIM).....	24
Figure 9 : Débits Moyens Journaliers à la station de Gouloumbou dans la période 2000-2020. (Sources : BHT, 2021).....	28
Figure 10 : Écart des valeurs des crues et étiages (Diallo, 2021).....	29
Figure 11 : Histogrammes des précipitations des hivernages de 1980 à 2020 (données ANACIM).....	32
Figure 12 : Précipitation pendant l'hivernage de 2019 (données : ANACIM)	Error!
Bookmark not defined.	
Figure 13: les sources d'eaux utilisées s par les bananiculteurs (enquête Diallo, 2021)	35
Figure 14 : chaîne d'organisation des acteurs dans la production bananières (Diallo, 2021)..	38
Figure 15 : répartition par sexe des producteurs bananiers dans les GIE (données CORPROBAT, 2020)	42
Figure 16: Modalités d'accès aux parcelles (Source : enquêtes Diallo, 2021).....	43

Figure 17 : fréquences d'utilisation d'intrants par les producteurs (Source : enquêtes Diallo,2021)	51
Figure 18 : phase d'inondations par crue des années 2003, 2004, 2018, 2019.....	60
Figure 19 : Schéma d'inondation par crue au niveaux des parcelles jutees sur les berges: l'exemple du GIE de Yendonane 2 (Diallo, 2021)	60
Figure 20 : Carte d'inondation du fleuve Gambie au niveau de la zone de Gouloumbou (Diallo 2021)	62
Figure 21 : Carte des itinéraires habitat-bananeraie en fonction des dynamiques hydrologiques	66
Figure 22 : Carte : aménagement du réseau principal d'irrigation au GIE de Nema	71
Figure 23 : pression d'eau en octobre-novembre-décembre comparée à celle en avril-mai-juin (enquête, Diallo, 2021)	73
Figure 24 : Irrigation reduite de bananier suivant les mois de l'irrigation (enquête Diallo, 2021)	74
Figure 25 : Extension des parcelles entravées par les eaux (enquête Diallo, 2021).....	76
Figure 26 : Fig. Carte représentant l'inondation pluviale dans le GIE de Khalass (Diallo, 2021)	80
Figure 27 : destruction des bananiers par l'inondation (Diallo, 2021)	81
Figure 28 : Carte de la gestion des inondations pluviales au GIE de Khalass (Diallo, 2021)..	84
Figure 29 : besoin des bananiculteurs en station de conditionnement (enquête Diallo, 2021)	91
Figure 30 : satisfactions des services des stations conditionnement (source : enquête, Diallo 2021)	91
Figure 31 : état de satisfaction du système d'irrigation par raccord (Enquêtes Diallo, 2021) .	93
Figure 32 : satisfaction des producteurs sur le système par aspersion (enquêtes Diallo, 2021)	98
Figure 33 : Fig. système d'irrigation souhaités par les producteurs (enquête Diallo, 2021)....	98
Figure 34 : fréquence des systèmes d'irrigation (Enquêtes Diallo 2021)	101

Liste des planches et photos

Photo 1 : État d'une bananeraie en hivernage, l'herbe sur la piste et les nuages justifie la saisonnalité (Diallo, Sept. 2019)	34
Photo 2 : Caractéristique d'une bananeraie en stress hydrique au GIE de Nguène 2 (Diallo, mars, 2021).....	49
Photo 3 : Une maison rattrapée par l'extension du GIE de Nguène 2 (Diallo, Août, 2019)....	65
Photo 4 : nœud de branchement des tuyaux d'extension (Diallo, mars 2021).....	69
Photo 5: Gabion placés sur une ligne de crue à l'environ de Nguène (Diallo, avril 2021).....	74
Photo 6 : inondation pluviale dans une parcelle (Diallo, sept. 2019).....	79
Photo 7 : Canal de drainage dans le GIE de Khalass à l'intérieur du périmètre en septembre 2019 (à gauche) et à l'exutoire en mars 2021 (à droite_ Diallo)	83
Photo 8 : Fuites d'eaux dans les parcelles abandonnées (Diallo, mars 2021).....	84
Photo 9 : parcelle abandonnée à cause des inondations pluviales (Diallo, mars 2021)	85
Photo 10 : Stagnation des eaux utilisées dans un bac (Diallo, mars, 2021)	88
Photo 11 : Puits de pompage à la station de Sall (à gauche) ; mini-forage à la station de Nguène 2 (au milieu) et bac d'eau remplie (à droite) (source : Diallo, mars 2021) ..	89

Photo 12 : canal d'évacuation des eaux usées (à gauche) et stagnation des eaux usées dans les mini-bassins (Diallo, mars 2021)	90
Photo 13 : Les vannes installées aux niveaux des tuyaux pour assurer les tours d'eau par bande (Diallo, mars 2021).....	108
Photo 14 : des réservoirs de gasoil pour alimenter les GMP (Diallo, mars 2021)	110
Planche 1: culture et entretien du bananier (Diallo, mars 2021)	55
Planche 2: cas des inondations relatives à la crue (Alkuma 2015 et Diallo 2021).....	61
Planche 3 les contraintes dans le transport des bananes en période de crue (Diallo, 2021).....	68
Planche 4 : problématique d'accès à l'eau d'irrigation (Diallo mars 2021).....	72
Planche 5 : dégradation des bananiers par les inondations d'origine pluviale (Diallo, 2021) .	82
Planche 6 : Irrigation par raccord dans les GIE bananiers (Diallo, 2021).....	94
Planche 7 : Irrigation par goutte à goutte et micro-aspersion (Diallo, 2021).....	96
Planche 8 : Irrigation par aspersion (Diallo, 2021)	100
Planche 9 : les Moteurs d'irrigation des bananeraies (Diallo, 2021)	103
Planche 10: les réseaux d'irrigation (s Diallo, 2021)	105
Planche 11: les fuites d'eau dans les réseaux d'irrigation par Raccord (Diallo, 2021).....	106

ANNEXES

QUESTIONNAIRE

2020-2021 - MÉMOIRE

Merci de répondre à ce questionnaire. Il s'inscrit dans le cadre d'une recherche académique pour la réalisation d'un mémoire de master 2.

IDENTIFICATION

1. Comment vous vous appelez?

2. Quel est votre village de domicile?

3. Dans quel GIE travaillez-vous?

4. Quel est votre âge?

5. Quelle est votre ethnies?

1. peul 2. sérère 3. bassaris 4. autres

CHAPITRE I : LE CADRE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN

6. Comment appréciez-vous le sol par rapport à votre activité?

1. pas favorable 2. peu favorable 3. favorable
 4. très favorable

7. comment appréciez-vous l'insolation?

1. pas favorable 2. peu favorable 3. favorable
 4. très favorable

8. comment appréciez-vous les températures?

1. pas favorable 2. peu favorable 3. favorable
 4. très favorable

SYSTEME D'ORGANISATION DANS LES ACTIVITESBANANIERES

expliquer l'organisation des GIE

9. Quelle est la taille de votre parcelle?

10. Quelle est la nature de votre GIE?

1. Communautaire 2. familial 3. privé
 4. public/privé

11. Quelles sont les modalités d'accès aux parcelles?

1. affectation 2. héritage 3. achat 4. autres

CHAPITRE II : LES POTENTIALITES HYDRO-AGRICOLES

12. Quelle sont les ressources d'eau que vous utilisez dans votre activité?

1. fluviale 2. pluviométrique 3. souterraine

13. Avez-vous des difficultés pour accéder à l'eau du fleuve?

1. oui 2. non

LE BANANIER : BIOLOGIE ET CULTURE

14. D'où sont venus les plants de votre bananeraie ?

1. Cote D'ivoire 2. Cap-Vert 3. sankagne
 4. autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

15. Quelles sont les variétés que vous cultivez?

1. petit naine 2. grande naine 3. Robusta
 4. Williams 5. Vitro

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

16. Combien de mois fait le bananier avant la récolte?

LES EXIGENCES DU BANANIER

17. Quels sont les intrants que vous utilisez?

1. engrais chimique 2. fumier 3. paille
 4. sel 5. eau de javel

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

18. Quelle variété résiste plus au déficit d'intrant?

1. vitro 2. petite nain 3. Cavendish

19. Quelle variété résiste plus au déficit hydrique?

1. vitro 2. petit nain 3. Cavendish

20. Quelle variété résiste plus à la submersion?

1. vitro 2. petit nain 3. Cavendish

LA CULTURE DU BANANIER

21. quelles sont les périodes de plantations?

CHAPITRE III : DES IMPACTS DE LA CRUE ET DE L'ETIAGE DU FLEUVE SUR LES ACTIVITES BANANIERES

Expliquer comment la crue et l'étiage agissent sur les activités liées à la banane

22. Le fleuve, a-t-il une fois envahit votre parcelle?

1. oui 2. non

GROUPE N°1

23. Si oui, en quelles années?

24. Pour combien de pieds?

25. Pour combien de jours?

26. Etes-vous satisfait de la taille de votre parcelle?

1. oui 2. non

27. Avez-vous la capacité physique d'exploiter combien de parcelles?

28. Y'a-t-il des besoins d'extension rendu impossible par l'eau?

1. oui 2. non

29. comment est votre itinéraire en période de crue?

1. plus long 2. plus court

30. votre domicile est affecté par la crue?

1. oui 2. non

31. En période de crue, votre point de pesage est délocalisé?

1. oui 2. non

32. si oui, combien vous-coutes la délocalisation?

33. Comment est la pression d'eau en Octobre, novembre, décembre par rapport à Avril, mai, juin?

1. constante 2. élevée 3. faible

34. Comment se manifeste la faiblesse de pression au niveau du dispositif d'irrigation?

1. plissement du raccord 2. amplitude des gouttes
 3. rayon d'aspersion 4. autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

35. En quelle période arrosez-vous moins de pieds?

1. Octobre, novembre, décembre
 2. janvier, février, mars
 3. avril, mai, juin

CHAPITRE IV : ETUDE DE LA PROBLEMATIQUE DES FORTES PRECIPITATIONS CONTINUES DANS LES BANANERAIES

montrer comment la pluie impacte sur le développement des activités bananières

36. la pluie entraîne-t-elle des inondations dans votre parcelle?

1. oui 2. non

37. Si oui, combien de pieds sont inondés?

1. tout 2. 1/2 3. 1/3 4. 1/4

38. Comment détruit-elle le bananier?

1. complètement 2. diminution du rendement

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

39. Que faites-vous pour endiguer les inondations pluviales?

40. A quelle échelle est la gestion de ces inondations pluviales?

1. personnelle 2. collective 3. GIE

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

CHAPITRE V : GESTION DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT

40. Votre GIE, dispose-t-il d'une station de conditionnement?

1. oui 2. non

41. Si non, aimeriez-vous en disposer?

1. oui 2. non

43. D'où provient l'eau que vous utilisez dans les stations de conditionnement?

44. Etes-vous satisfait des services de la station de conditionnement?

1. Pas satisfait 2. Peu satisfait 3. satisfait
 4. Très satisfait

CHAPITRE VI : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

analyser la gestion des eaux d'irrigation

45. Quel est le système d'irrigation de votre GIE?

1. pression 2. aspersion 3. goutte à goutte

46. Quelles sont les forces de ce système d'irrigation?

47. Quelles sont les faiblesses du système d'irrigation?

48. Votre GIE dispose de combien de machines fonctionnelles?

49. Combien de jours arrosez-vous la semaine?

50. Chaque pied sera approvisionné combien de fois?

51. Quelles sont les jours non ouvrables?

52. Pourquoi ces jours ne sont pas ouvrables?

1. Repos 2. Programmes
 3. Activités culturelles et/ou cultuelles

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

53. Comment sont organisés les tours d'eau?

1. par bande 2. toutes les parcelles

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

BILAN ET PERSPECTIVES DE LA GESTION DES EAUX D'IRRIGATION

54. Combien vous coûte l'irrigation d'une parcelle par an?

55. Quelles sont les problèmes relatifs à l'irrigation que vous rencontrez?

1. Panne de Machine
 2. défaut de Carburant
 3. défaut dans les réseaux d'irrigation
 4. tarissement de la source
 5. défaut de main-d'œuvre

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

56. Comment la gestion de l'eau a-t-elle évolué dans votre GIE?

57. Quels systèmes d'irrigation souhaiteriez-vous?

1. Aspersion 2. micro-aspersion 3. raccord
 4. goutte à goutte

58. Que proposeriez-vous pour une meilleure gestion des eaux d'irrigation?

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES BAILLEURS

DATE:

...../...../.....

PRENOM:

NOM:

AGE:

GIE:

I. Environnement de la culture de banane

Les motivations de l'investissement dans les bananeraies

Aperçu des potentialités hydro-agricoles

Organisation des GIE

II. Contraintes dans les activités bananières

Inondation et gestion

Irrigation (contraintes et coûts)

III. Perspectives financières dans les projets de bananeraies

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES POMPISTES

DATE:

...../...../.....

PRENOM:

NOM:

AGE:

GIE:

VILLAGE :

I. Le rôle du pompiste

Activités

Rémunération

II. Impacts des crues et étiages sur les dispositifs d'irrigation

Les dynamiques du GMP

La question des berges

III. Organisation des irrigations

Le calendrier d'irrigation

Les tours d'eau

IV. Les contraintes dans l'irrigation

Systèmes d'irrigation

États des GMP et des réseaux d'irrigation

Consommation en gasoil

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES PRÉSIDENTS DES GIE

DATE:

...../...../.....

PRENOM:

NOM:

AGE:

GIE:

VILLAGE:

I. Environnement de la culture du bananier

Potentialités physiques (paramètres climatiques et ressources en eau)

Cadre humain

Systèmes d'organisation

II. Caractéristiques de la culture du bananier

Biologie (variétés, cycle du bananier,)

Connaissances en agronomie bananière

III. Contraintes d'ordre hydriques dans les activités bananières

Inondation par crue (dévastation et mobilité)

Contraintes des étiages (accessibilité à l'eau)

Cas des inondations pluviales

Gestion des inondations

IV. Les stations de conditionnement

Approvisionnement en eau

Entretien des stations

V. L'irrigation

Système d'irrigation et technologies

Organisation des irrigations

Contraintes dans l'irrigation

VI. Perspectives du GIE

GUIDE D'ENTRETIEN AVEC LES ENCADREURS OU CHEF DE PÉRIMÈTRE

DATE:

...../...../.....

PRENOM:

NOM:

AGE:

GIE:

Village :

- I. Le développement de la bananeraie
- II. Les organisations internes (législations, fonctionnements)
- III. La question de la disponibilité des ressources en eau
- IV. Les aspects de l'irrigation (organisation, contraintes, défis)
- V. Les contraintes dans la gestion des ressources humaines
- VI. Contraintes dans l'organisation

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES	i
Sommaire	iv
Sigles et Acronymes	vii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PREMIÈRE PARTIE : ENVIRONNEMENT DE LA CULTURE DE BANANE A GOULOUMBOU	17
CHAPITRE I : LE CADRE BIOPHYSIQUE ET HUMAIN	18
I. PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE	18
I.1. Le relief.....	18
I.2. Pédologie et exigences édaphiques du bananier	20
II. LES EXIGENCES CLIMATIQUES DU BANANIER	22
II.1. Les températures et les exigences thermiques du bananier.....	22
II.2. Insolation du milieu et exigences hydriques du bananier.....	23
III. LES RESSOURCES EN EAU	25
III.1. Le fleuve Gambie et son bassin	25
III.1.1. Le bassin de la Gambie	25
III.1.2. Les débits et les apports	27
III.1.3. Le régime hydrologique du fleuve Gambie.....	28
III.1.4. Caractéristiques des crues et des étiages	29
III.2. Les précipitations	31
IV. SYSTÈMES D'ORGANISATION DANS LES ACTIVITÉS BANANIÈRES	36
IV.1. Contexte d'émergence des bananeraies dans la zone de Gouloumbou	36
IV.2. Une diversité d'acteurs dans la chaîne de production de la banane.....	37
IV.2.1. Les Groupements d'Intérêt Économique (GIE) et leurs fonctionnements.....	38
IV.2.1.1. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) communautaires.....	39
IV.2.1.2. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) semi-privés	40
IV.2.1.3. Des Groupements d'Intérêt Économique (GIE) privés	40
IV.2.2. Le rôle du pompiste.....	41
IV.2.3. Le rôle de l'arroseur	41
IV.2.4. Le capital humain.....	42
IV.3. Modalités d'accès aux parcelles	43
CHAPITRE II : CARACTÉRISTIQUES CULTURALES DU BANANIER	44
I. BIOLOGIE DU BANANIER	44

I.1. Variétés de bananier	44
I.2. Croissance du bananier	46
I.2.1. Morphologie du bananier	46
I.2.2. Cycle de développement du bananier.....	46
I.2.3. Évapotranspiration du bananier.....	46
I.3. Les exigences du bananier	47
I.3.1. Les besoins nutritionnels	48
I.3.1.1. Exigences en éléments minéraux.....	48
I.3.1.2. Exigences en Matière organique.....	48
I.3.2. Les exigences hydriques.....	48
I.3.2.1. Le bananier en stress hydrique	49
I.3.2.2. Le bananier en excès hydrique	49
II. Les modalités culturales du bananier à Gouloubou	49
II.1. La plantation	50
II.2. Entretien de la culture.....	50
II.2.1. La fertilisation	50
II.2.1.1. Les Amendements Organiques.....	50
II.2.1.2. Les Amendements Chimiques.....	51
II.2.2. Les soins culturaux	52
II.2.2.1. Désherbage et paillage	52
II.2.2.2. L'œilletonnage et l'effeuillage	53
II.2.2.3. Tuteurage et haubanage.....	53
II.2.2.4. Récolte et commercialisation	54
DEUXIÈME PARTIE : LES CONTRAINTES D'ORDRE HYDRIQUE DANS LES ACTIVITÉS BANANIERES	57
CHAPITRE III : DES IMPACTS DES CRUES ET DES ETIAGES DU FLEUVE SUR LES ACTIVITÉS BANANIERES	58
I. IMPACTS SUR LE POTENTIEL DE PRODUCTION.....	58
I.1. La dévastation des bananeraies par la crue.....	58
I.2. L'enclavement des périmètres bananiers.....	63
II. Impacts des crues sur la mobilité des acteurs et des récoltes.....	63
II.1. L'inondation dans les villages bananiers en 2003.....	63
II.1.1. Le parcours des bananiculteurs de Nguène 1 installés à Dialico.....	65
II.1.2. La modification des itinéraires habitat - bananeraies par la crue	66
II.2. La délocalisation des points de pesages	67

II.3. La distanciation des eaux aux bananeraies	69
II.3.1. La problématique des berges	69
II.3.2. La problématique de l'accès à l'eau d'irrigation en période d'étiage	70
II.3.2. Les variations de la pression de l'eau dans le dispositif d'irrigation.....	73
II. GESTION DES INONDATIONS DE CRUE	74
III.1. Gestion des inondations de crue à l'échelle des villages bananiers	74
III.2. Gestion des inondations de crue à l'échelle des GIE	75
III.3. La gestion des GMP en période de crue	76
CHAPITRE IV : LA PROBLÉMATIQUE DES PRÉCIPITATIONS FORTES ET CONTINUES DANS LES BANANERAIES	77
I. CONTEXTE DES INONDATIONS PLUVIALES	77
I.1. La topographie	77
I.2. La structure du sol	78
II. Manifestation des inondations pluviales : cas du GIE de KHALASS	78
III. LES DOMMAGES DES INONDATIONS PLUVIALES AU GIE DE KHALASS.....	80
III.1. Dégradation des bananiers dans les cas d'inondation pluviale	81
III.1.1. Dégradation complète des bananiers	81
III.1.2. Dégradation partielle des bananiers	81
III.2. Gestion des inondations pluviales au GIE de khalass.....	83
III.2.1. Le drainage des eaux pluviales.....	83
III.2.2. La délocalisation et les abandons des parcelles	84
TROISIÈME PARTIE : GESTION DES EAUX DANS LES PÉRIMÈTRES BANANIERS	86
CHAPITRE V : GESTION DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT	87
I. PRÉSENTATION DES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS	87
II. ASSAINISSEMENT DES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS	88
III. APPROVISIONNEMENT ET USAGE DE L'EAU DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENT	88
III.1 Approvisionnement en eau des stations de conditionnement	89
III.2. Usage de l'eau dans les stations de conditionnement	89
III.3. Évacuation des eaux utilisées.....	90
IV. DES PERSPECTIVES POUR LA GESTION DES EAUX DANS LES STATIONS DE CONDITIONNEMENTS	90

CHAPITRE VI : GESTION DES EAUX D'IRRIGATION	92
I. SYSTÈMES D'IRRIGATION ET TECHNOLOGIES	92
I.1. Les systèmes d'irrigation.....	92
I.1.1. Irrigation par raccord	92
I.1.2. Irrigation par goutte à goutte.....	95
I.1.3. Irrigation par micro-aspersion.....	95
I.1.4. Irrigation par aspersion	97
I.2. Les technologies de l'irrigation	101
I.2.1. Les groupes motopompes et leurs sources d'énergie.....	102
I.2.2. Les réseaux d'irrigation	104
II. L'ORGANISATION DES IRRIGATIONS	107
II.1. Calendrier et temps de l'irrigation	107
II.2. Les tours d'eau dans les périmètres.....	108
III. BILAN ET PERSPECTIVE DE LA GESTION DES EAUX D'IRRIGATION	109
III.1. Les prélèvements d'eaux d'irrigation	109
III.2. Les coûts de l'irrigation	109
III.3. Les contraintes dans l'irrigation.....	110
III.3.1. Les contraintes liées aux aléas du temps	110
III.3.2. Les contraintes liées à la vétusté des infrastructures d'irrigation.....	110
III.3.3. Contraintes sur l'accès au carburant.....	111
III.4. Perspective de la gestion des eaux d'irrigation.....	111
III.4.1. Les aménagements au niveau du réseau fluvial	112
III.4.2. Des perfectionnements des systèmes d'irrigation	113
CONCLUSION GÉNÉRALE	114
BIBLIOGRAPHIE.....	116
WEBOGRAPHIE	125
ANNEXES	I