

# UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technologies (UFR-ST)

Ecole Doctorale des Sciences, Technologies et Ingénierie (ED-STI)

Département de Géographie

Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE)

Domaine : Sciences de l'Homme et de la Société

Thèse de Doctorat unique en Géographie-Environnement

## **USAGE DES PESTICIDES DANS L'AGRICULTURE ET IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE DANS LES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO EN BASSE-CASAMANCE/SENEGAL**

Présentée et soutenue le **jeudi 14 décembre 2023** par :

**Abdou Kadri SAMBOU**

Sous la direction de :

**Dr. Ibrahima MBAYE, Maître de Conférences**

Devant le jury composé de :

**Président** : M. Oumar SY, Professeur Titulaire, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Rapporteurs** :

M. Daouda NGOM, Professeur Titulaire, Université Cheikh Anta Diop de Dakar/Sénégal

M. Ibouaïma YABI, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi/Bénin

M. Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Examineur** : M. Ngor NDOUR, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Directeur de thèse** : M. Ibrahima MBAYE, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Année Universitaire : 2022/2023**

# UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technologies (UFR-ST)  
Ecole Doctorale des Sciences, Technologies et Ingénierie (ED-STI)  
Département de Géographie  
Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE)



Domaine : Sciences de l'Homme et de la Société  
Thèse de Doctorat unique en Géographie-Environnement  
**USAGE DES PESTICIDES DANS L'AGRICULTURE ET IMPACTS SUR  
L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE DANS LES TERROIRS DE BLISS ET DE  
FOGNY KOMBO EN BASSE-CASAMANCE/SENEGAL**



Présentée et soutenue le **jeudi 14 décembre 2023** par :

**Abdou Kadri SAMBOU**

Sous la direction de :

**Dr. Ibrahima MBAYE, Maître de Conférences**

Devant le jury composé de :

**Président** : M. Oumar SY, Professeur Titulaire, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Rapporteurs** :

M. Daouda NGOM, Professeur Titulaire, Université Cheikh Anta Diop de Dakar/Sénégal

M. Ibouaïma YABI, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi/Bénin

M. Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Examineur** : M. Ngor NDOUR, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Directeur de thèse** : M. Ibrahima MBAYE, Maître de Conférences, Université Assane SECK de Ziguinchor/Sénégal

**Année Universitaire : 2022/2023**

# Sommaire

---

|  |            |
|--|------------|
| Sigles et abréviations .....   | 13         |
| <b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>  | <b>27</b>  |
| <b>PREMIÈRE PARTIE : .....</b>   | <b>31</b>  |
| CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET ANALYSE DE LA DYNAMIQUE PAYSAGERE DES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO.....                     | 31         |
| CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET DESCRIPTION DES CONTRAINTES DU MILIEU NATUREL.....                                    | 32         |
| CHAPITRE II : ANALYSE DE LA DYNAMIQUE PAYSAGERE DANS LES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO .....   | 85         |
| <b>DEUXIEME PARTIE : .....</b>   | <b>138</b> |
| PRATIQUES AGRICOLES ET RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES .....   | 138        |
| CHAPITRE III : PRATIQUES AGRICOLES ET SYSTEMES DE PRODUCTION.....  | 139        |
| CHAPITRE IV : UTILISATION DES PESTICIDES ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES ASSOCIES.....   | 173        |
| <b>TROISIEME PARTIE : .....</b>  | <b>217</b> |
| STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES .....  | 217        |
| CHAPITRE V : STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES A L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AGRICULTURE ..... | 218        |
| CHAPITRE VI : STRATEGIES DE GESTION DES PESTICIDES, DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES .....                                  | 245        |
| <b>CONCLUSION GENERALE .....</b>   | <b>270</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>   | <b>274</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>   | <b>308</b> |
| Table des matières .....   | 341        |

# Dédicace

---

Je dédie cette thèse :

- A mon défunt grand frère Seckou SAMBOU, et à mon défunt oncle Malaïny SAMBOU, qu'ALLAH leurs accorde sa grâce ;
- A mes chers parents Alassane SAMBOU et Siré COLY, que le très miséricordieux vous accorde santé et longévité afin que vous puissiez jouir des fruits de vos efforts ;
- A mon tuteur, mon oncle Doudou SAMBOU ;
- A ma grande sœur Fatou COLY née Dido;
- A mes Nièces Aminatou SAMBOU née Mamy et Ndèye Siré SAMBOU ;
- A mes neveux Prince Souleymane SAMBOU et Yaya Cissé SAMBOU ;
- A mes frères et sœurs ;
- A tous les enseignants qui ont participé à ma formation depuis l'élémentaire jusqu'à l'université, en passant par le moyen et le secondaire ;
- A tous mes amis d'enfance ;
- A mon village natal Diaboudior.



## Remerciements

---

Si le fruit de cette thèse peut se résumer en quelques dizaines de pages, sa réalisation fut une expérience humaine enrichissante. Cette expérience de vie tant rêvée, m'a permis de beaucoup apprendre, de partager, d'échanger, de rencontrer mais surtout de côtoyer et collaborer avec de nombreuses personnes et institutions, sans qui ce travail n'aurait pu aboutir. Je les remercie ici, en priant toutes celles que j'aurais la maladresse d'oublier, de bien vouloir m'en excuser pour l'être humain que je suis.

J'exprime d'abord toute ma gratitude et ma reconnaissance à mon directeur de thèse Dr Ibrahima MBAYE, pour avoir accepté de m'encadrer, pour avoir œuvré afin que je puisse être dans de meilleures conditions de travail, pour sa rigueur intellectuelle et scientifique qui m'ont permis de progresser et de bien mener cette recherche. Nous remercions tous les membres du jury pour avoir accepté de participer à l'évaluation de ce travail de thèse et apporté leur contribution à son amélioration. Je voudrais nommer ici le Professeur Oumar SY pour avoir accepté de présider ce jury, les Professeurs Daouda NGOM, Ibouaïma YABI et Dr Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL pour avoir accepté d'être rapporteurs de cette thèse. Nos remerciements vont également à l'endroit de Dr Ngor NDOUR pour avoir accepté d'examiner ce travail. Je réitère ma gratitude à toute l'administration et à l'ensemble du corps enseignant de l'Université Assane SECK de Ziguinchor pour leur accompagnement durant tout notre cursus universitaire. Dans le même esprit, nous remercions l'Ecole doctorale Sciences, Technologies et Ingénierie (ED-STI), notamment le Conseil Scientifique et Pédagogique de l'UFR/ST dont nous sommes membre, et son Directeur Professeur Diouma KOBOR, ainsi que la secrétaire Zeyna NDIAYE pour tout service rendu, sans oublier l'ancien secrétaire Bocar Ousmane FALL. Nos remerciements sont également associés au Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE) avec à sa tête, le Professeur Oumar SY qui fait tout son possible pour équiper ce laboratoire afin de mettre les doctorants dans de meilleures conditions de recherche. Que dire du dévouement sans faille du Directeur de la scolarité centrale Monsieur Omar DJIBA dans le sens du travail bien fait, la disponibilité et les encouragements. Vous m'aviez adressé un témoignage sur mon assiduité sur les questions d'inscriptions et de réinscription et je vous en suis très reconnaissant Directeur. J'adresse ma profonde gratitude au Directeur de la Bibliothèque centrale Monsieur Gora LO, qui nous a beaucoup appris les techniques de recherche documentaire.

Nous remercions aussi le Directeur de l'UFR/ST Professeur Edouard DIOUF, son adjoint Dr Ibrahima MBAYE pour l'accompagnement, ainsi que tout le personnel. Il s'agit de Hady MBACKE (chef de service administratif), d'Alioune Badara DIENG (chef de service pédagogique), de Yaya DIALLO (assistant au chef de service pédagogique), Marie Lazard BASSENE (assistante au chef de service pédagogique), Alioune Badara SAKHO (responsable des services généraux), Joseph DIEDHIOU (chef de service finance), Cheikh Tidiane BODIAN (reprographe), Safiétou KOMA (assistante du directeur), Marième SYLLA (secrétaire du département de Géographie), Ndèye Astou THIAW (secrétaire du département de Physique), Rose COLY (secrétaire du département de Mathématiques), Luise DIEDHIOU (secrétaire du département d'Agroforesterie), Babacar NIANG (secrétaire du département d'Informatique), Diocounda YOOCK (technicien du laboratoire de Physique), Fatoumata SOUMARE (technicienne du laboratoire de Chimie), Madeleine SARR (technicienne du laboratoire de l'eau), Boubacar SOLLY (technicien du laboratoire de Géomatique), Arfang Kémo Ousmane GOUDIABY (technicien du laboratoire d'Agroforesterie) et Ismaïla BODIAN (chauffeur du directeur).

Je tiens aussi à réitérer mes remerciements à l'ensemble du personnel enseignant du département de Géographie de l'Université Assane SECK de Ziguinchor, notamment à Dr El Hadji Balla DIEYE pour les discussions fructueuses, les conseils, les orientations et les suggestions dans le choix des dates et images à cartographier, Dr Cheikh FAYE pour m'avoir assisté dans le calcul de certaines données climatologiques, Dr Demba GAYE pour son soutien financier, ses conseils et orientations, ainsi que l'analyse des données climatologiques et la correction de la première partie de notre thèse, Dr Tidiane SANE pour ses conseils, ses orientations et ses suggestions sur la réalisation du plan détaillé de la thèse lors de notre rencontre en Espagne, Pr Oumar SY qui, à chaque fois que l'occasion se présente, nous demandait toujours « *A quand la soutenance ? Et la thèse ? Tu es dans quoi ?* », des questionnements qui nous réconfortaient et nous donnaient beaucoup d'énergies et de courage à mieux faire pour terminer ce travail et Dr Cheikh Tidiane WADE qui me considère comme un petit frère en me confiant même la clé de son appartement. Les fructueuses discussions que nous entretenons toujours, vos conseils et orientations, votre soutien moral, financier et matériel, la documentation ainsi que les contacts de beaucoup de personnes ressources, m'ont beaucoup apporté et je vous en remercie très sincèrement Prof, comme j'ai l'habitude de vous appeler affectueusement.

Ces remerciements sont également associés à Dr Alvares Gualdino Fougoué BENGA, Dr Oumar SALL, Dr Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL, Dr Abdourahmane Mbade SENE, Dr Aliou BALDE, pour leurs conseils et leurs encouragements.

Je n'oublie pas aussi les autres enseignants qui ont participé à ma formation dans le département : Pr Pascal SAGNA, Pr Paul NDIAYE, Pr Papa SAKHO, Pr Cheikh Samba WADE, Pr Abou SY, Dr Alla MANGA, M. Ousmane BATHIERY, M. Israël DASYLVA, M. Pape Ibrahima DIOUF, Mme Mame COUNA DIAW. Nous leur remercions tous pour avoir participé à notre formation. Le Professeur Paul DIEDHIOU et le Docteur Ibrahima Demba DIONE du département de Sociologie sont remerciés pour leurs encouragements, leurs conseils, leurs orientations et les discussions intéressantes qui nous ont propulsées à aller plus loin. J'adresse ma profonde reconnaissance à mon instituteur de CM2, Monsieur Abdoulaye SANE. Il représentait un papa pour moi lorsque j'étais à Badiana et il ne cesse jamais de prendre mes nouvelles jusqu'à présent. Je réitère ma gratitude également à Monsieur Souleymane DANFA qui m'a enseigné l'Histoire et la Géographie au collège, et qui fait sa thèse actuellement à l'Ecole Doctorale Espaces, Sociétés et Humanités (ED-ESH) de l'Université Assane SECK de Ziguinchor. Un homme très généreux, humble, courtois, ouvert, rigoureux dans le travail et très honnête. Il m'a toujours conseillé à être rigoureux envers soi-même, et à avoir toujours le courage et la patience dans la vie. Merci Professeur pour les conseils et les échanges fructueux que vous m'avez toujours accordés durant cette thèse.

Je ne saurais remercier assez mes deux parents pour toute l'éducation qu'ils m'ont donnée, les investissements sur moi depuis mon enfance ainsi que leur patience, leurs encouragements, et les valeurs essentielles de la vie qu'ils m'ont transmises. J'exprime toute ma reconnaissance et mes remerciements à toute ma famille : mes frères et sœurs (Thierno SAMBOU, Kémo SAMBOU, Chérif SAMBOU, Arfang Diéré SAMBOU, Fatou COLY, Saly FABOURE, Oulimatou SAMBOU et Ndèye Binta SAMBOU), tous mes oncles et tantes, mes cousins et cousines, mes amis et mon village natal. Merci pour tous les soutiens, les conseils, les encouragements, les prières, l'esprit de fraternité, d'accompagnement et de sympathie, ainsi que cette longue patience. Je remercie également Seynabou NDIAYE, une personne très chère pour moi, une confidente, une conseillère. Vous avez été là pendant les moments difficiles et vos paroles réconfortantes ont toujours été une source de motivation.

Nous saisissons cette occasion pour remercier notre tuteur, mon oncle Doudou SAMBOU qui nous a accueillis chez lui depuis que nous faisons la classe de seconde, ainsi que toute sa famille : sa femme Fatou COLY, une grande sœur qui a tout fait pour moi et ses enfants (Aminatou SAMBOU née Mamy, Ndèye Siré SAMBOU et Yaya Cissé SAMBOU), ainsi que son petit-fils Prince Souleymane SAMBOU. Toute notre gratitude et notre reconnaissance à mes oncles Moussa SAMBOU et Diakaria SAMBOU respectivement à Diannah Kabar et à Kafountine, leurs femmes Diariétou GOUDIABY et Seynabou MANE, ainsi que leurs enfants : Khady SAMBOU née Dora, Landing SAMBOU, Maïmouna SAMBOU, Aïda SAMBOU, El Hadji SAMBOU, Moustapha SAMBOU, Sidi Lamine SAMBOU et Famara Seckou SAMBOU pour les accueils chaleureux qu'ils m'ont toujours réservés lors de mes travaux de terrain.

Ma cousine Rokhy COLY est aussi remerciée pour ses encouragements. Je remercie également tous les autres parents à Ziguinchor pour leurs encouragements et leurs soutiens sans failles.

Il s'agit entres autres de : Hamidou SAGNA, Atab COLY, Bécaye COLY, Djibril SAMBOU, Nafissatou BODIAN, Aliou BADJI, Mansour SAGNA, Mabintou DIEDHIOU, Lorette SAMBOU, Paul SAMBOU, Sadibou SAMBOU, Célestine BODIAN, Adama SAMBOU, Malipha COLY, El Hadji Malick SAMBOU, Maman Diouf SAMBOU, etc. Je ne saurais remercier assez mes cousins Youssouph SAGNA et Pape Agore SAGNA qui m'ont toujours conseillé, accompagné, soutenu et encouragé tout au long de cette thèse.

Je tenais aussi à remercier maman Aïcha BA ainsi que toute sa famille à Mbour pour tout le soutien et encouragement qu'ils m'ont apporté. Je veux nommer Mohammed NDIAYE, Fatou NDIAYE, Yacine NDIAYE, Marème NDIAYE, Bathie NDIAYE.

Durant cette thèse, nous avons pu bénéficier d'une bourse de mobilité Erasmus+ en Espagne. Ce séjour de 8 mois à l'Université Santiago de Compostelle nous a beaucoup aidés dans nos travaux de recherche. C'est le moment de remercier la direction de la coopération, de l'insertion et des relations avec le monde professionnel, avec son Directeur d'alors Professeur Eugène TAVARES, ainsi que tout le personnel de la direction. Ces remerciements vont également à l'endroit du coordonnateur de cette bourse à l'Université Assane SECK de Ziguinchor, je veux nommer Dr El Hadji Balla DIEYE, pour tous les efforts consentis pour nous mettre dans les conditions les plus meilleures. Je voudrais aussi manifester ma gratitude à mon superviseur à l'Université Santiago de Compostelle, le Professeur Rubén Camilo Lois GONZALEZ pour ses orientations, ses conseils, ses suggestions et les corrections de la deuxième et de la troisième partie de notre thèse. Durant ce séjour, un accueil très chaleureux nous a été offert par une famille exceptionnelle.

Je veux nommer Tonton Irama Faty KONE et Professeure Rosa María Verdugo MATES, qu'ils en reçoivent nos remerciements et notre reconnaissance pour toute l'assistance et le soutien.

Que dire aussi du personnel de l'Institut des Etudes et du Développement de Galice (IDEGA) qui nous a accueilli et mis dans de très bonnes conditions de recherche : María Dolores Tuñas RIVEIRO et Paula Solla SINEIRO, ainsi que les étudiants de Master : Paula Noya VAZQUEZ et Nerea María Otero VALE pour leur esprit d'équipe. Nous ne pouvons pas remercier notre cher ami Ismael Irigoy CADENA qui nous a toujours accompagné sur le terrain pour la visite du paysage de la région galicienne ainsi que les techniques et systèmes de lutte mis en place par les petits jardiniers contre les ravageurs de cultures. Monsieur Jorge Carbajal GARCIA et Mademoiselle Ana GUERRA de la direction de la mobilité sont aussi remerciés pour toute l'assistance, les suggestions et orientations durant tout notre séjour.

C'est le moment aussi de remercier les frères africains alumnis de cette bourse, pour l'esprit de fraternité que nous avons partagé ensemble, leur ouverture et leur sympathie : Bechir MAHAMAT HABIB du Tchad, Souleymane GNAGNA et Ibrahim JAMILOU SALISSOU du Niger, Abdourahmane CISSE et Hamara KEITA du Mali, Mbaye SENE et Aminata Constance SANE de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar au Sénégal, Adama NDIAYE, Noumo MANE et Marie Hélène Tening FAYE de l'Université Assane SECK de Ziguinchor au Sénégal. Mention spéciale à mon ami et frère Noumo MANE avec qui nous avons partagé l'appartement à Santiago de Compostelle, et qui a traduit mon résumé en anglais. Merci pour tout, frère. Ce séjour nous a permis aussi de passer pendant 15 jours chez une personne exceptionnelle et très chère pour nous à Orléans en France, le collègue doctorant Sadou BOCOUM. Monsieur BOCOUM est un frère, un ami, un collègue avec qui on a cheminé ensemble depuis la première année de Licence, et nous continuons de garder toujours des relations fraternelles. Nous avons toujours été sur le terrain ensemble et nos discussions ont toujours été bénéfiques pour chacun de nous deux. Recevez toutes ma reconnaissance frère, et merci pour la confiance manifestée et exprimée, pour toutes les tâches et dossiers que vous me confiez ici au Sénégal.

J'adresse un remerciement particulier à mon équipe d'enquête composée de : Cheikh Abdoul Aziz Sy SADIO, Macodou FALL et Youssouph MANSALY. Vous avez été un grand apport pour moi dans ce travail, et votre engagement, votre détermination, votre enthousiasme, ont marqué des empreintes au point que toute la famille SAMBOU vous demande toujours à Diannah Kabar. Vous avez été très pragmatique sur le terrain et je vous en suis sincèrement reconnaissant chers amis.

C'est le moment aussi de remercier mon jeune frère et collègue doctorant Kémo COLY, pour avoir accepté de collecter certaines données complémentaires lorsque nous étions en voyage d'étude, en Espagne. Merci mon cher pour tout.

Nous remercions également toute la population de Bliss et de Fogny Kombo, particulièrement les chefs de villages des dix terroirs villageois étudiés avec qui nous avons travaillé ensemble durant tous nos travaux de terrain. Je peux me permettre aussi de citer nommément quelques personnes qui nous ont très souvent facilité le travail sur le terrain : les jumeaux Sény DIATTA et Sana DIATTA ainsi que Amath DIATTA de Macouda, Robert SAMBOU de Dombondir, Aminata SAGNA de Madina DAFPE, Diéré DIATTA et Djibril SAMBOU de Mahmouda II, Landing COLY de Katak, Samba COLY de Colomba, Cheikh Bourama Ndong COLY de Coubanack, Yancouba DAFPE de Kadio, Mouhamed DIABAN et Moussa DIATTA de Diannah. Merci à vous tous pour l'hospitalité et la disponibilité.

Je tiens à remercier également Madame Marie Ndao SARR, responsable de l'unité chimie environnementale du laboratoire de la Fondation CERES-Locustox, pour avoir diligenté et facilité la subvention de l'analyse de nos échantillons de sols et de légumes. Sans sa collaboration et son soutien, ces analyses très coûteuses n'auraient pu être faites. J'associe ces remerciements à Monsieur Alioune Badara PAYE, technicien du laboratoire, pour nous avoir bien accueillis dans ce dit laboratoire. A Dr Arfang Kémo Ousmane GOUDIABY et le collègue doctorant M. Jean BASSENE du laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE) de l'Université Assane SECK de Ziguinchor, recevez mes remerciements pour m'avoir appuyé à redresser les tableaux d'analyse des échantillons de sols et de légumes.

Je ne saurais passer sous silence du soutien multiforme que j'ai bénéficié de la part de Dr Boubacar Demba BA, Dr Boubacar SOLLY, Dr Secou Omar DIEDHIOU, Dr Ibrahima DIEDHIOU et Dr Seydou BADJI.

Si d'aucuns m'ont apporté leur soutien technique dans le renforcement de la manipulation de certains logiciels comme Arc Gis, KoBoCollect et Lexico ainsi que des discussions et orientations intéressantes, d'autres m'ont toujours apporté une documentation très riche sur la question des pesticides. Recevez ici l'expression de ma profonde gratitude, chers Docteurs. Par la même occasion, je remercie les docteurs Alexandre BADIANE, Victor MENDY, Issa MBALLO, Djiby SOW, Joseph Samba GOMIS et Dramane CISSOKHO pour leurs conseils et encouragements.

Mention spécial à mon très cher grand frère, mon conseiller spécial Dr Mamadou THIOR. Parler de vos qualités, pourrait m'induire à des erreurs, vous êtes tout simplement exceptionnel. Mes séjours à Dakar durant cette recherche m'ont toujours apporté plein d'énergies grâce à vos conseils, vos suggestions, vos orientations et votre soutien. Que le très miséricordieux vous accorde toute sa bénédiction ! Amine.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit des collègues doctorants avec qui nous avons partagé des moments inoubliables et procédé des échanges très fructueux tous les jours (même les dimanches) dans le laboratoire. Je veux nommer mon cher ami Bouly SANE, Boubacar BARRY, Henri Marcel SECK, Insa DIATTA, Roger COLY et Yancouba SANE. Nos échanges ont beaucoup nourri nos réflexions et contribué à la qualité de ce travail. Le collègue Baba SY est également remercié pour les relations fraternelles que nous entretenons et les riches discussions que nous partageons lors de ses séjours à Ziguinchor. Nous remercions aussi tous les autres doctorants du LGE pour leurs encouragements.

Nous sommes aussi redevables à Monsieur Ibrahima DIEDHIOU que nous appelons affectueusement « grand Ibou ». Depuis le début de nos travaux de prospection sur le terrain à Madina Birassou, il nous a toujours accompagnés dans les coins et recoins du village à la rencontre des exploitants agricoles, malgré son calendrier parfois très chargé avec ses élèves. Je suis aussi reconnaissant envers sa femme Satou DIEME née Maman, qui a toujours refusé de me laisser partir sans me servir ses repas délicieux. Merci beaucoup Madame DIEDHIOU pour l'hospitalité qui m'a toujours été réservée.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit de M. Laye FATY, M. Ismaïla DJIBA, M. Souleymane MANE, M. Lamine COLY, Mme Ndèye Fatou SANGARE, Mme Binette Seydi KANE et toute l'équipe de *Sen multiservice/UASZ* pour tous les encouragements, la bonne cohésion, l'amitié et la fraternité que nous avons avec tout le monde.

La vie associative est très constructive pour toute personne. C'est le moment de remercier tous les membres de l'Association nationale Nature-Communautés-Développement en particulier le pôle Sud, pour les relations fraternelles et amicales ainsi que toutes les formations offertes. Nous ne pouvons pas les nommer tous, mais certains ont le mérite d'être cités nommément : Dr Alvares Gualdino Foufoué BENGA, Doyen MANSALY, Yaya Souleymane BODIAN, Ambroise SAGNA, Ibrahima DIALLO, Aïssatou Cisse, Henri Marcel SECK, Aliou DIENG, Cheikh Abdoul Aziz Sy SADIO, Hortence DIATTA, Yancouba SANE, Boubacar BARRY, Seynabou NDIAYE, Anna Satou NGOM, Abdoul Ahad NDIAYE, Ndèye NDIAYE, Ramatoulaye SANE, Bacary MANE, Ndèye NDIAYE, Atya TOUNKARA, Antoine Demba MANGA, Joseph MINGOU, Diénéba SAGNA, entre autres.

J'associe ces remerciements aussi à tous les membres de l'association des ressortissants de Diaboudior à Ziguinchor par le biais de son Président Hamidou SAGNA. Vos encouragements et vos prières ont toujours été une source de motivation pour moi. Merci pour tout, chers parents. Je ne peux aussi en aucun cas oublier tous mes camarades de promotion dont certains n'ont jamais cessé de demander les nouvelles de cette thèse. Il s'agit de : Boubacar GAYE, Sally BA, Sadio SANE, Racky Bilène Sall DIEDHIOU, Malang Saïbo DIEME, Nfally BADJI, Rose GOMIS, Toumany MANE, Papa Seckou COLY, Youssouph BADJI, Alassane DIEME, Amadou DIALLO, Mamadou Lamarana Harissou DIALLO, Demba DJIBA, Boubacar CISSE, Alpha SAGNA, Moctar TOUNKARA, Amadou BADJI, Mamadou Lamine SAGNA dit Astro, Awa SENGHOR, Bourama BODIAN, Moustapha El Hadaoui DIOP, Paul SANKA, Ansoumana KANDE, Ibou Dembo GOUDIABY, Ousmane KANDE, etc. Merci encore une fois chers amis pour vos conseils et vos encouragements.

Je suis très reconnaissant envers deux grands frères, Nelson Toubo DIEDHIOU et Jean Philippe COLY, qui m'ont bien accueilli dans cette institution dès la première année. Vous nous avez toujours montré le bon chemin et donné de bons conseils dans le sens de la réussite.

A votre sortie de l'université, vous n'avez jamais cessé de prendre connaissance de mes nouvelles et vous m'avez toujours exhorté à mieux persévérer pour réaliser cette thèse. Veuillez recevoir ici, toute ma reconnaissance et considération chers grands.

Je ne saurais remercier assez également mes collègues doctorants du Laboratoire d'Informatique et d'Ingénierie pour l'Innovation (LI3), Atya TOUNKARA et Diadia William MANGA, avec qui nous avons beaucoup partagé lors de cette recherche. Votre assistance technique d'informatique à certain moment de la rédaction de ce manuscrit, m'a beaucoup soulagé et je profite de cette occasion pour vous remercier, tout en vous souhaitant un plein succès dans vos recherches chers collègues.

**A toutes et à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail de thèse, un seul mot s'impose et suffit à charrier tous les gestes de reconnaissance :**

**MERCI !!!**



---

## Sigles et abréviations

---

**AB** : Agriculture Biologique

**AC** : Agriculture de Conservation

**AEE** : Agence Européenne pour l'Environnement

**AEI** : Agriculture Écologiquement Intensive

**AELP** : Projet Africain de Lutte d'Urgence contre le Criquet Pèlerin

**AIC** : Agriculture Intelligente face au Climat

**AJAC** : Association des Jeunes Agriculteurs de Casamance

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**ANACIM** : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie

**ANCAR** : Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural

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

**ANSES** : Agence Nationale de sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail

**APAD** : Association des Planteurs de l'Arrondissement de Diouloulou

**APV** : Autorisation Provisoire de Vente

**AR** : Agriculture Raisonnée

**BPP** : Bonnes Pratiques Phytosanitaires

**BSA** : Bases de Surveillance et d'Alerte

**CAP** : Centre Anti-Poison

**CE** : Concentré Emulsionnable/ Commission Européenne

**CEDEAO** : Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest

**CERES** : Centre Régional de Recherches en Ecotoxicologie et Sécurité Environnementale

**CHNU** : Centre Hospitalier National Universitaire/Fann

**CILSS** : Comité Inter-État de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

**CIP** : Conseil Phytosanitaire Inter-africain

**CIPV** : Convention Internationale pour la Protection des Végétaux

**CMA** : Concentration Maximale Admissible

**CNCR** : Conseil National de Concertation et de coopération des Ruraux

**CORPEN** : Comité d'Orientation pour les Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

**CSP** : Comité Sahélien des Pesticides

**DAR** : Délai Avant Récolte

**DCPN** : Division de Contrôle des Pollutions et Nuisances

**DEEC** : Direction de l'Environnement et des Établissements Classés

**DDT** : Dichlorodiphényltrichloroethane

**DPV** : Direction de la Prévention des Végétaux

**DRDR** : Direction Régionale de Développement Rural

**D-SPE** : Extraction en Phase Solide Dispersive

**DTGC** : Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques

**EGAD** : Entente des groupements associés de l'Arrondissement de Diouloulou

**EPI**: Équipement de Protection Individuelle

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations

**FIT** : Front Intertropical

**FPEIR** : Forces motrices-Pressions-État-Impact-Réponses

**GES** : Gaz à Effet de Serre

**GIE** : Groupement d'Intérêt Economique

**GPS** : Global Positioning System/ Système de Positionnement Global

**HCH** : Hexachlorocyclohexane

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique

**IFEN** : Institut Français de l'Environnement

**IFOAM** : International Federation of Organic Agriculture Movements

**IFT** : Indicateur de Fréquence de Traitement

**INSAH** : Institut du Sahel

**INSERM** : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**ISP** : Indice Standardisé des Précipitations

**ISRA** : Institut Sénégalais de la Recherche Agricole

**LMR** : Limites Maximales de Résidus

**LOD** : Limite de Détection

**LOQ** : Limite de Quantification

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

**NCG** : Noir de Carbone Graphite

**NIMP** : Normes Internationales pour les Mesures Phytosanitaires

**NODU** : Nombre de Doses Utilisées

**NPK** : Azote (N), Phosphate (P), Potassium (K)

**NQE** : normes de qualité environnementales

**NTIC** : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

**ODS** : Octadécylsilane

**OGM** : Organes Génétiquement Modifiés

**OIT** : Organisation Internationale du Travail

**OMM** : Organisation Mondiale de la Météorologie

**OMVS** : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ONG** : Organisation Non Gouvernementale

**OP** : Organisations Paysannes

**PAN** : Pesticide Action Network

**PCGPP** : Plan Cadre de Gestion des Pestes et Pesticides

**PCQ** : Postes de Contrôle Phytosanitaire de Qualité

**PER** : Pressions-État-Réponses

**PIB** : Produit Intérieur Brut

**PIC** : Principe d'Information et de Consentement

**PNUD** : Programme des Nations-Unies pour le Développement

**POP** : Polluants Organiques Persistants

**PP** : Produits Phytosanitaires

**PRACAS** : Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture au Sénégal

**PSA** : Adsorbant à amines Primaires et Secondaires

**PSE** : Plan Sénégal Émergent

**QSA** : Quantité de Substances Actives

**SAED** : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta

**SCV** : Sous Couverture Végétale

**SENCHEM** : Sénégalaise de Chimie

**SOCHIM** : Société Chimique Industrielle Sénégalaise

**SODAGRI** : Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal

**SODEFITEX** : Société de Développement et des Fibres Textiles

**SPIA** : Société des Produits Industriels et Agricoles

**SPSS**: Statistical Package for the Social Sciences

**TCS** : Techniques Culturelles Simplifiées

**UA** : Unité Africaine

**UASZ** : Université Assane SECK de Ziguinchor

**UCAD** : Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

**UE** : Union européenne

**UTM** : Universal Transverse Mercator (Système de projection cartographique universel de Mercator transverse)

**WGS**: World Geodetic System (Système Géodésique Mondial)

**ZNT** : Zones Non Traitées

## Résumé

---

L'agriculture est traditionnellement destinée à la subsistance. Elle est par ailleurs, une activité génératrice d'emplois et de revenus pour de nombreuses populations rurales et urbaines au Sénégal. L'agriculture permet aux populations des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, de subvenir à leur besoin alimentaire. En effet, dans ces deux terroirs, plus de 97% des exploitations agricoles sont de type familial. Cependant, depuis quelques décennies, les exploitants agricoles sont confrontés à des problèmes inhérents aux attaques des ravageurs des cultures et à l'envahissement des adventices qui amenuisent leurs productions et par conséquent leurs revenus. C'est ainsi que pour maximiser les rendements agricoles, 59,3% des exploitants agricoles enquêtés font recours à l'usage systématique des pesticides (insecticides, herbicides, fongicides etc.) qui présentent des externalités négatives sur l'environnement et la santé humaine. Cette étude a pour objectif d'analyser les pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides dans l'agriculture, ainsi que les risques sanitaires et environnementaux associés dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo. Elle s'appuie sur des enquêtes menées sur le terrain, la cartographie de l'occupation des terres des années 2004 et 2022, ainsi que l'analyse des échantillons de sols prélevés sur les sites d'exploitations agricoles et des légumes obtenus au niveau des marchés locaux. L'analyse de la dynamique paysagère a montré d'importantes mutations dans les dix (10) terroirs villageois étudiés en 2022 comparativement en 2004. Des changements ont été notés à travers la reconversion des exploitants agricoles vers d'autres cultures (l'arboriculture et le maraîchage) et la disparition de certaines emblavures. L'introduction de ces nouvelles cultures, est une forme de réponse, une stratégie d'adaptation face aux modifications des conditions climatiques enregistrées ces dernières années et aux exigences des consommateurs sur les produits de qualité. Cette étude a mis en évidence de mauvaises pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides dans l'agriculture, qui exposent les exploitants agricoles, les écosystèmes, les populations riveraines et les consommateurs à des risques sanitaires et environnementaux. Ainsi, 31 matières actives sont utilisées par les exploitants agricoles dont 59,3% d'insecticides, 16,6% d'acaricides, 11,1%, de fongicides, 5,6% d'herbicides et 7,4% de fertilisants foliaires. De plus, un important taux de 28,7% des exploitants agricoles interrogés n'ont aucune connaissance du type de pesticides qu'ils utilisent pour pulvériser les cultures. Il ressort des résultats de cette recherche, une ignorance non négligeable des exploitants agricoles des risques engendrés par ces produits chimiques sur la santé humaine (36%), et sur l'environnement (79,7%). De ce constat, émanent des stratégies communautaires proposées par les exploitants agricoles eux-mêmes.

Elles s'articulent autour de la formation, de la sensibilisation sur les bonnes pratiques d'usage des pesticides, de l'utilisation des biopesticides et des plantes locales pour lutter contre les ravageurs des cultures.

**Mots clés** : Agriculture, Exploitants agricoles, Pesticides, Risques, Environnement, Santé, Basse-Casamance.

## Abstract

---

Agriculture is traditionally aimed at subsistence. It is also an activity that generates jobs and income for many rural and urban populations in Senegal. Agriculture has allowed the populations of the Bliss and Fogny Kombo areas to meet their food needs. Indeed, in these two areas, more than 97% of agricultural operations are family-owned. However, for several decades, crop pests and the invasion of weeds that reduce their production and consequently their income have faced farmers with problems inherent to attacks. This is why, to maximize agricultural yields, 59.3% of farmers surveyed systematically use pesticides (insecticides, herbicides, fungicides, etc.) which have negative externalities on the environment and human health. This study aims to analyze pesticide use and management practices in agriculture, as well as the associated health and environmental risks in the Bliss and Fogny Kombo areas. It is based on surveys carried out in the field, the mapping of land occupation for the years 2004 and 2022, as well as the analysis of soils taken from agricultural sites and vegetables harvested at local markets. The analysis of landscape dynamics showed significant changes in the ten (10) village lands studied in 2022 compared to 2004. Changes were noted through the reconversion of farmers to other crops (arboriculture and market gardening) and the disappearance of certain crops. The introduction of these new crops is a form of response, a strategy of adaptation to changes in climatic conditions recorded in recent years and to the requirements of sales markets. This study highlighted poor practices in the use and management of pesticides in agriculture, which expose farmers, ecosystems, local populations and consumers to health and environmental risks. Thus, farmers including 59.3% insecticides, 16.6% acaricides, 11.1% fungicides, 5.6% herbicides and 7.4% foliar fertilizers use 31 active ingredients. In addition, a significant rate of 28.7% of the farmers surveyed have no knowledge of the type of pesticides they use for the application of their crops. The results of this research show a significant ignorance among farmers of the risks caused by these chemicals on human health (36%) and the environment (79.7%). From this observation, come community strategies proposed by the farmers themselves. They revolve around training, awareness raising on good practices in the use of pesticides, the use of bio pesticides and local plants to fight against crop pests.

**Keywords:** Agriculture, Farmers, Pesticides, Risks, Environment, Health, Basse-Casamance.



## Liste des cartes

---

|   |     |
|---|-----|
| Carte 1: Carte de localisation des terroirs villageois étudiés .....                        | 47  |
| Carte 2: Carte de localisation des terroirs villageois de Bliss et de Fogy Kombo .....      | 55  |
| Carte 3: Les différents types de sols de la Basse-Casamance .....                           | 84  |
| Carte 4: Occupation des sols du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022 .....         | 89  |
| Carte 5: Occupation des sols du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022 .....       | 93  |
| Carte 6: Occupation des sols du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022.....          | 99  |
| Carte 7: Occupation des sols du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022.....        | 106 |
| Carte 8: Occupation des sols du terroir villageois de Kadio en 2004 et 2022.....            | 108 |
| Carte 9: Occupation des sols du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022.....            | 115 |
| Carte 10: Occupation des sols du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022 .....        | 118 |
| Carte 11: Occupation des sols du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022 .... | 122 |
| Carte 12: Occupation des sols du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022.....    | 129 |
| Carte 13: Occupation des sols du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022 .....    | 135 |

## Liste des figures

---

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Figure 1: Schéma récapitulatif de la méthodologie de traitement des images ( <i>Source : Adapté de Bâ, 2019</i> ) .....                         | 52                                 |
| Figure 2: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Bignona de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....              | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 3: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Diouloulou de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....           | 61                                 |
| Figure 4: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Oussouye de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....             | 63                                 |
| Figure 5: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....           | 65                                 |
| Figure 6: Évolution moyenne mensuelle de la pluviométrie en Basse-Casamance de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....              | 69                                 |
| Figure 7: Températures moyennes mensuelles en Basse-Casamance de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....                            | 70                                 |
| Figure 8: Températures moyennes mensuelles des différentes décennies en Basse Casamance de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ) ..... | 72                                 |
| Figure 9: Évaporation moyenne à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ). 73  |                                    |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 10: Humidité relative moyenne mensuelle à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....  | 74  |
| Figure 11: Humidité relative moyenne annuelle à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....   | 75  |
| Figure 12: Évolution moyenne mensuelle de l’humidité relative et de la température à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ) .....   | 76  |
| Figure 13: Évolution moyenne mensuelle de l’humidité relative et de l’évaporation à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ) .....  | 77  |
| Figure 14: Direction des vents dominants au sol à Ziguinchor de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....   | 79  |
| Figure 15: Variation moyenne mensuelle des vitesses de vents au sol à Ziguinchor, de 1971 à 2020 ( <i>Source : données ANACIM</i> ).....  | 80  |
| Figure 16: Statistiques de l’occupation des sols à Colomba de 2004 à 2022.....  | 87  |
| Figure 17: Occupation des sols à Coubanack en 2004 et 2022 .....  | 95  |
| Figure 18: Occupation des sols à Diannah en 2004 et 2022 .....  | 101 |
| Figure 19: Occupation des sols à Kabadio en 2004 et 2022 .....  | 110 |
| Figure 20: Occupation des sols à Katak en 2004 et 2022.....   | 113 |
| Figure 21: Occupation des sols à Madina Birassou en 2004 et 2022.....   | 124 |
| Figure 22: Occupation des sols à Mahmouda II en 2004 et 2022 .....  | 132 |
| Figure 23: Types de fertilisants chimiques utilisés dans le Bliss et le Fogny Kombo en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....                                      | 143 |
| Figure 24: Types de fertilisants organiques des exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ).....                         | 145 |
| Figure 25: Types de cultures pratiquées dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ( <i>Source : enquêtes de terrain, 2020</i> ).....   | 153 |
| Figure 26: Types de matériel agricole utilisés dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....                             | 154 |
| Figure 27: Formes d’organisation des exploitants agricole de Bliss et de Fogny Kombo dans l’exploitation des terres, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....     | 157 |
| Figure 28: Marchés de vente de la production agricole des exploitants agricoles des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) ..... | 169 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 29: Revenus annuels moyens des exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 170 |
| Figure 30: Fréquences des exploitants agricoles formés et non formés sur les pratiques d'utilisation des pesticides en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 175 |
| Figure 31: Perceptions des exploitants agricoles sur les types de ravageurs de leurs cultures dans la zone d'étude en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> )...  | 177 |
| Figure 32: Familles des pesticides utilisés dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....   | 184 |
| Figure 33: Autres stratégies de lutte développées par les exploitants agricoles des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo pour le traitement des cultures, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....   | 185 |
| Figure 34: Types de dosages des pesticides pratiqués par les exploitants agricoles pour la pulvérisation des emblavures dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....   | 187 |
| Figure 35: Représentation schématique du modèle FPEIR (Forces motrices-Pressions-État-Impact-Réponses) appliqué aux activités agricoles ( <i>Source : Adapté de Gouda, 2018</i> ) .....   | 190 |
| Figure 36: Fréquences de la protection des exploitants au moment de la préparation des pesticides dans la zone d'étude en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....                                     | 193 |
| Figure 37: Proportions des exploitants agricoles avec et sans protection au moment de la pulvérisation dans la zone d'étude en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....                                | 195 |
| Figure 38: Équipements de Protection Individuelle (EPI) utilisés par les exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo lors du traitement des cultures, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) ..... | 196 |
| Figure 39: Fréquences de traitement des cultures dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 199 |
| Figure 40: Périodes de traitement des cultures avec les pesticides dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 200 |
| Figure 41: Modes de stockage des produits phytosanitaires dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....   | 202 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 42: Marchés d’approvisionnement en pesticides des exploitants agricoles des terroirs de Bliss et Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....   | 205 |
| Figure 43: Gestion des emballages vides des produits phytosanitaires dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> )... 206  |     |
| Figure 44: Symptômes apparus chez les exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo après contact avec les produits phytosanitaires, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ).....   | 211 |
| Figure 45: Impacts environnementaux de l’utilisation des produits phytosanitaires par les exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 214 |
| Figure 46: Composantes de l’AIC en A ( <i>Inspirée de Deichert et al. 2017</i> ); Niveau d’influence de l’AIC dans le système de production agricole en B ( <i>Source : Saj et al. 2017</i> ) .....   | 241 |
| Figure 47: Organigramme issu de l’analyse factorielle des correspondances du tableau lexical des stratégies de limitation des pesticides utilisées par les exploitants agricoles des dix villages enquêtés en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) ..... | 263 |
| Figure 48: Répartition par sexe des exploitants agricoles ignorant les stratégies de limitation des pesticides dans les dix terroirs villageois-cibles, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ).....   | 264 |
| Figure 49: Répartition par sexe des exploitants agricoles proposant les «plantes pesticides» comme alternative aux pesticides dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....                                    | 265 |
| Figure 50: Répartition par sexe des exploitants agricoles proposant les biopesticides comme alternative des pesticides dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ).....  | 266 |
| Figure 51 : Répartition par sexe des exploitants agricoles selon les volets «formation» et «sensibilisation» proposés dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 ( <i>Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020</i> ) .....  | 268 |

## Liste des Photos

---

|   |     |
|---|-----|
| Photo 1: Parcelle en cours de défrichement à Macouda, en 2022 ( <i>Cliché AKS, juillet 2022</i> ) ..... | 142 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Photo 2: Repiquage du riz dans les bas-fonds de Macouda, en 2022 ( <i>Cliché AKS, septembre 2022</i> ).....   | 148 |
| Planche de Photos 3: Association de jeunes labourant avec le « kadiandou » (A), association de femmes labourant avec le « fanting » (B) et la daba (C) ( <i>Cliché AKS, juillet 2022</i> )..... | 149 |
| Planche de photos 4: Motoculteur (A) et Tracteur (B) en panne technique à Macouda, en 2022 ( <i>Cliché AKS, juillet 2022</i> ) .....  | 151 |
| Photo 5: Plantes de papayers dans un verger d’orangers à Colomba, en 2022 ( <i>Cliché AKS, août 2022</i> ).....   | 153 |
| Photo 6: Système de goutte à goutte dans l’exploitation maraichère à Madina Birassou, en 2023 ( <i>Cliché AKS, février 2023</i> ).....  | 155 |
| Planche de photos 7: Associations (arachide + maïs + manioc) (A), (laitue + aubergine) (B) à Diannah, en 2022 ( <i>Cliché AKS, août 2022</i> ) .....  | 159 |
| Photo 8: Parcelles rizicoles en zone de bas fond à Macouda en 2021 ( <i>Cliché AKS, août 2021</i> ) .....   | 161 |
| Planche de photos 9: Traitement avec le port d’EPI à Diannah (A) et tenue ordinaire à Macouda (B) en 2021 ( <i>Cliché AKS, octobre 2021</i> ) .....   | 197 |
| Photo 10: Riz pluvial en SCV sur couverture morte au Madagascar ( <i>Cliché, Serpantié, 2015</i> ) .....  | 235 |
| Photo 11: Association de culture (A), butte permacole (B), pépinières de plantes (C) dans la ferme permacole « Eco From Africa » à Soutou, en 2022 ( <i>Cliché AKS, novembre 2022</i> )....     | 237 |

## Liste des tableaux

---

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 1: Distribution de l’échantillon des villages enquêtés.....                                    | 48  |
| Tableau 2: Comparaison des ISP en fonction des stations pluviométriques dans la série 1971-2020.....   | 57  |
| Tableau 3: Caractéristiques moyennes des pluies décennales en Basse-Casamance (1971-2020) .....        | 67  |
| Tableau 4: Caractéristiques moyennes des pluies selon les normales en Basse-Casamance (1971-2020)..... | 68  |
| Tableau 5: Evolution des superficies du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022.....             | 91  |
| Tableau 6: Evolution des superficies du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022.....           | 97  |
| Tableau 7: Evolution des superficies du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022 .....            | 103 |
| Tableau 8: Evolution des superficies du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022 ..             | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 9: Evolution des superficies du terroir villageois de Kabadio en 2004 et 2022 .....   | 112 |
| Tableau 10: Evolution des superficies du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022 .....  | 117 |
| Tableau 11: Evolution des superficies du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022....  | 120 |
| Tableau 12: Evolution des superficies du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022<br>.....   | 126 |
| Tableau 13: Evolution des superficies du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022<br>.....  | 127 |
| Tableau 14: Evolution des superficies du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022<br>.....   | 134 |
| Tableau 15: Niveau d’instruction des exploitants agricoles en fonction du genre.....  | 140 |
| Tableau 16: Niveau d’instruction des exploitants agricoles en fonction de l’âge.....  | 141 |
| Tableau 17: Superficie des terres emblavées selon les types de cultures dans les terroirs de Bliss<br>et de Fogny Kombo en 2020 .....                         | 163 |
| Tableau 18: Rendements agricoles selon les types de cultures dans les terroirs de Bliss et de<br>Fogny Kombo en 2020 .....                                    | 165 |
| Tableau 19: Types de pesticides utilisés par les exploitants agricoles dans le Bliss et le Fogny<br>Kombo, en 2020 .....                                      | 180 |
| Tableau 20: Teneurs résiduelles en pesticides dans les légumes collectés sur les marchés de<br>Diouloulou et Kafountine, en 2023 .....                        | 207 |
| Tableau 21: Teneurs résiduelles en pesticides dans les échantillons de sols des sites maraichers<br>des villages cités dans le tableau, en 2023 .....         | 208 |
| Tableau 22: Pratiques et méthodes d’amélioration des performances économiques et<br>environnementales des systèmes agricoles alternatifs aux pesticides ..... | 244 |

---

## INTRODUCTION GENERALE

---

La contamination des écosystèmes par les pesticides utilisés en agriculture concerne l'ensemble des compartiments écologiques (atmosphère, sol, aquifères, masses d'eau) (Aubertot *et al.* 2005). Elle a des conséquences avérées et suspectées en termes de santé publique (INSERM, 2013) et de préservation de la qualité des écosystèmes et de la biodiversité (Hallmann *et al.* 2017). Les relations entre les milieux et les sociétés constituent une question d'importance majeure face aux enjeux d'environnement qu'elles posent (Mbaye, 2005). L'identification des voies de dispersion, de leur déterminisme et de leurs contributions relatives, en fonction des caractéristiques du milieu, des pratiques culturales et d'application et des propriétés des molécules, est un préalable au diagnostic des risques de contamination et d'exposition et à la recherche de démarches de réduction de la contamination.

Si les voies de contamination potentielles sont assez bien connues, leurs importances relatives ne le sont que très partiellement. Leur diversité (lessivage, lixiviation, ruissellement, dérive atmosphérique, volatilisation, dépôts gazeux atmosphériques...), leurs interactions complexes et le fait qu'elles interviennent pendant et après l'épandage des molécules concernées sur le sol où la végétation a conduit jusqu'à présent à sérier les travaux de recherche, par voie de contamination ou par les principaux compartiments environnementaux (air, eau, sol). Enfin, la dispersion atmosphérique n'a fait l'objet d'études que très récemment en lien avec une préoccupation grandissante sur les expositions des populations par voie aérienne, comme en témoigne la saisine ANSES (2013) et celle de 2017 sur la stratégie de surveillance dans l'atmosphère des pesticides afin d'évaluer l'exposition de la population générale à ces composés (Anses, 2017).

L'agriculture sénégalaise consomme en moyenne annuellement 598 tonnes de pesticides solides et 1 336 560 litres de pesticides liquides, avec quelques 300 spécialités commercialisées dont seulement 200 sont autorisées par le CILSS en Juin 2002, pour une valeur de près de 11 milliards de francs CFA (Diop, 2013). Ces 300 spécialités correspondent à près de 80 matières actives (PAN-Africa 2006). Les quantités utilisées dans le secteur maraîcher sont de l'ordre de 225 000 à 250 000 litres et de 200 à 250 tonnes de poudres et granulés (PAN-Africa 2006).

Dans les villages de Diannah et de Kabadio, 36 types de pesticides sont utilisés par les exploitants agricoles avec près de 23 matières actives (Sambou *et al.* 2021). Ainsi, la lutte chimique reste essentiellement le seul moyen appliqué pour protéger les cultures.

Cette utilisation de pesticides est une cause majeure de pollution des eaux de surface, du sol et du sous-sol, de contamination des aliments mais aussi un facteur de risques sanitaires (Mawussi, 2008, Fatoki et Awofolu, 2003). Les pesticides sont utilisés en quantité considérable dans les communes de Kafountine et de Kataba 1 chez les exploitants agricoles (terroirs de Bliss et de Fogny Kombo). Cependant, malgré les efforts consentis pour augmenter la production agricole, l'action des ravageurs de cultures rend celle-ci aléatoire (Mbaye *et al.* 2008). Les produits issus des exploitations agricoles alimentent en grande partie les marchés locaux, particulièrement ceux de Kafountine, Diouloulou, Bignona et Ziguinchor. Ces quelques caractéristiques ont motivé le choix de la thématique: «**Usage des pesticides dans l'agriculture et impacts sur l'environnement et la santé dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo en Basse-Casamance/Sénégal**». La surveillance des résidus de pesticides dans les produits alimentaires, le sol et sur l'eau en particulier, leur mode de gestion et d'utilisation, constituent l'un des moyens les plus importants pour réduire le minimum possible les risques de pollution et leurs conséquences sur la santé humaine et animale. Dans le cadre de cette étude, les questions de recherche portent essentiellement sur les pratiques agricoles et les facteurs de risques associés avec l'utilisation des pesticides. La **question principale** de cette étude est de savoir quels sont les impacts de l'usage des pesticides sur l'environnement et la santé des populations des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ?

Cette question principale est déclinée en quatre (04) **questions spécifiques** :

- quels sont les facteurs qui déterminent l'usage des pesticides chimiques et pouvant engendrer des risques d'exposition nuisibles aux populations et à l'environnement ?
- comment les pesticides sont-ils utilisés par les exploitants agricoles dans les champs d'exploitation ?
- quels sont les systèmes de production mis en place par les exploitants agricoles dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ?
- quelles sont les stratégies adoptées pour mieux produire et atténuer les effets néfastes de l'usage des pesticides sur l'environnement et la santé communautaire ?

Si actuellement l'utilisation des produits phytosanitaires est très controversée et fait matière de débats sur la santé humaine, il paraît important de rappeler avant tout que leur utilisation se situe dans le cadre d'une activité économique qui est l'agriculture.



À travers ces questions de recherche formulées ci-dessus, l'**objectif principal** de cette thèse est d'analyser les pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides dans l'agriculture, ainsi que les risques sanitaires et environnementaux associés dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo.

Il s'agit **spécifiquement** :

- d'établir l'état des connaissances relatif aux pesticides utilisés (matières actives, adéquation des modes d'utilisation, précautions d'usages, doses, efficacité et opportunité des traitements, heures de traitement, fréquence de traitement...) dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ;
- d'identifier les facteurs de risques environnementaux et sanitaires inhérents aux pratiques d'usage des pesticides par les exploitants agricoles des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ;
- d'analyser les teneurs résiduelles de pesticides dans les systèmes de productions ;
- d'identifier les stratégies d'atténuation des impacts environnementaux et sanitaires de l'utilisation des pesticides dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo.

Les hypothèses de recherche adossées à ces objectifs sont naturellement classées en deux rubriques : l'hypothèse principale et les hypothèses spécifiques.

**Hypothèse principale de recherche** : les pesticides ont pour fonction essentielle de lutter contre les parasites des cultures et d'accroître les rendements agricoles, mais ils peuvent avoir des effets néfastes sur la santé des populations et l'environnement.

Les **hypothèses de recherche spécifiques** arrimées à l'hypothèse principale sont les suivantes:

- les bonnes pratiques agricoles en matière d'utilisation des pesticides ne sont pratiquement pas bien respectées par les utilisateurs ;
- la diversité des produits chimiques utilisés et l'ignorance constituent entre autres des facteurs de risques environnementaux et sanitaires chez les populations des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ;
- des résidus de pesticides peuvent être retrouvés dans les systèmes de productions des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo ;
- des stratégies communautaires et celles des collectivités territoriales contribuent à atténuer les impacts environnementaux et sanitaires de l'utilisation des pesticides dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo.

Ce travail de thèse est articulé autour de trois (03) parties qui sont structurées en six (06) chapitres.

La première partie composée de 2 chapitres, traite le cadre théorique, l'approche méthodologique ainsi que l'analyse de la dynamique paysagère des terroirs de Bliss et de Fogy Kombo. Ainsi, le cadre théorique, l'approche méthodologique et la description des contraintes du milieu naturel sont au cœur du chapitre 1. L'analyse de la dynamique paysagère dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo a fait l'objet de traitement dans le chapitre 2.

La deuxième partie comportant 2 chapitres, a porté sur les pratiques agricoles et les risques liés à l'utilisation des pesticides. Ce travail a pour but de décrire les pratiques agricoles associées aux systèmes de production mis en place par les exploitants agricoles, et particulièrement les pratiques d'usage des pesticides. Le chapitre 3 met en exergue les pratiques agricoles et les systèmes de production, alors que le chapitre 4 met en lumière l'utilisation des pesticides et les risques environnementaux et sanitaires associés.

Enfin, la troisième partie de ce manuscrit composée aussi de 2 chapitres, examine les stratégies de gestion des risques liées à l'utilisation des pesticides. Le chapitre 5 a fait état des stratégies de gestion des risques environnementaux associés à l'usage des produits phytosanitaires dans l'agriculture. Au chapitre 6, l'accent a été mis sur les stratégies de gestion des pesticides, des risques sanitaires et environnementaux associés. Il est question dans ce chapitre d'insister sur le cadre réglementaire et les institutions compétentes adossées aux processus de gestion des pesticides au Sénégal.

**PREMIÈRE PARTIE :**

**CADRE THEORIQUE, APPROCHE  
METHODOLOGIQUE ET ANALYSE DE LA  
DYNAMIQUE PAYSAGERE DES TERROIRS DE  
BLISS ET DE FOGNY KOMBO**

L'objectif de cette première partie est de clarifier les concepts et la méthodologie utilisée dans cette étude, ainsi que de décrire l'occupation et l'utilisation humaine de l'espace dans le Bliss et le Fogny Kombo. Il s'agit notamment de diagnostiquer les contraintes environnementales et socioéconomiques auxquelles le Bliss et le Fogny Kombo sont confrontées, ainsi que les stratégies d'adaptation des systèmes de production agricoles. L'agriculture est essentiellement traditionnelle et demeure exclusivement tributaire des conditions naturelles (pluviométrie, pédologie...). Toutefois, depuis quelques années, l'espace est assujéti à des mutations majeures liées à l'exploitation abusive, irrationnelle des ressources naturelles. Cette première partie est structurée en deux (02) chapitres. Le premier chapitre est axé sur le cadre théorique, l'approche méthodologique et la description des contraintes du milieu naturel. Le chapitre 2 est consacré à l'analyse de la dynamique paysagère dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo.

---

# **CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET DESCRIPTION DES CONTRAINTES DU MILIEU NATUREL**

---

Ce chapitre a pour objectif de présenter le cadre théorique, l'approche méthodologique adoptée dans le cadre de cette thèse, ainsi que l'analyse des contraintes du milieu naturel. Le cadre théorique est la base sur laquelle toute recherche se construit. Il permet de mettre en lumière l'état des connaissances d'une problématique à travers des fondements scientifiques des recherches antérieures. L'analyse conceptuelle est un travail qui permet d'examiner les attributs caractéristiques d'un concept, de le définir. En effet, tous les sens possibles du concept doivent être explorés dans une approche transdisciplinaire. Cette conceptualisation permet donc de décrire les différents concepts, de les caractériser et de les donner un sens convenablement à nos objectifs de recherche. S'agissant de l'approche méthodologique, elle sert de fil conducteur permettant de mieux structurer et de guider la thèse présentée. Elle explicite et justifie les choix qui ont été faits dans le cadre de la collecte et du traitement des données utilisées dans cette thèse. La description et l'analyse des contraintes du milieu naturel nous permettent de mieux caractériser les conditions naturelles et l'état biophysique de la zone d'étude.

## **1.1. Cadre théorique**

### **1.1.1. État des connaissances**

De nos jours, l'agriculture fait face à de nombreux défis comme l'augmentation de l'offre alimentaire, mais aussi l'exigence d'une production agricole garantissant la sécurité sanitaire, la qualité nutritionnelle et le respect de l'environnement.

Cependant, dans de nombreux pays en développement, les réglementations en matière de techniques de production ou de qualité sanitaire des productions agricoles sont soit inexistantes, soit ne s'accompagnent pas d'un contrôle effectif des pratiques, des intrants et des produits alimentaires.

L'utilisation abusive de pesticides est liée à l'importance de la pression parasitaire qui constitue la contrainte majeure de l'agriculture maraîchère (Tchuinte, 2005 ; Mondedji, 2010). Les produits phytosanitaires (PP) sont des pesticides dédiés à un usage en lien avec les végétaux et produits végétaux, et sont considérés comme des facteurs de risque pour la santé humaine et animale. Les pratiques d'utilisation de ces produits chimiques dans l'agriculture peuvent être diverses d'une région à une autre et d'un exploitant agricole à un autre. L'impact sur la population générale, exposée à des mélanges de PP à faibles doses, est encore mal défini.

Ainsi, pour mieux orienter cette question, nous allons passer d'abord en revue les analyses de certains auteurs qui nous ont précédés.

Dans un rapport d'expertise scientifique collective visant à réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux, Auberto *et al.* (2005) montrent que les progrès dans la protection des plantes par les produits phytosanitaires de synthèse ont largement contribué à l'augmentation des rendements et à la régularité de la production. Il convient donc de noter alors, que l'agriculture française a plus que d'autres développé des systèmes de production fondés sur l'utilisation de ces produits phytosanitaires et apparaît très dépendante des pesticides, faisant de la France le troisième consommateur mondial de produits phytosanitaires.

Lamiot, (2001) confirme cette hypothèse et révèle qu'avec 95 000 tonnes de pesticides répandues chaque année dans l'air, la France est le troisième consommateur mondial après les États-Unis et le Japon.

Pour Desgranges, (2015), la France reste le premier utilisateur européen de produits phytosanitaires malgré une sensible baisse des ventes depuis quelques années. Ceci n'est pas sans conséquences sur l'environnement et les organismes non visés par ces produits, a-t-il dit.

Il poursuit dans ses propos, expliquant que de nombreuses études ont permis d'une part de mieux comprendre les phénomènes de transfert des pesticides dans les compartiments eau, air, sols et d'autre part de mettre en évidence leur contamination. Toutefois, les données concernant l'eau sont plus nombreuses du fait de son statut de réceptacle ultime des pollutions et des normes établies par les textes réglementaires. Il juge que le bon état chimique dépend du respect des normes de qualité environnementales (NQE) établies notamment pour 24 pesticides.

Dans ce sens, Serra *et al.* (2016), évoquent la question des textes réglementaires européens et français. Ils indiquent que plusieurs textes réglementaires européens et français préconisent des dispositifs de zones-tampons végétalisées pour contrôler ou empêcher la contamination des écosystèmes par les pollutions agricoles.

La distribution des contaminations environnementales par les pesticides et leurs produits associés ou dérivés démontre que les communautés végétales des zones-tampons péri-agricoles sont confrontées à des stress chimiques et xénobiotiques fluctuants et complexes, caractérisés entre autres par des expositions à des mélanges de faibles doses de polluants. Pour les auteurs, de telles études permettront d'optimiser les capacités d'épuration des zones-tampons en fonction des modalités de contamination et des combinaisons de polluants.

Bouchard, (2011) abonde dans le même sens et met l'accent sur l'adoption de la réglementation concernant l'usage des pesticides et des engrais à l'échelle provinciale et municipale au Québec. En effet, il importe pour l'auteur de noter ici que cette question de réglementation de l'usage des pesticides et des engrais ne doit pas être prise à la légère puisqu'elle peut engendrer des conséquences autant positives que négatives. Il présente donc une analyse du Code de gestion des pesticides du Québec ainsi qu'une étude de cas de la réglementation de la ville de Magog concernant l'utilisation des engrais et des pesticides. Il consiste alors de formuler des recommandations en matière de règlementation des pesticides et des engrais au Québec.

Boileau, (2015) dans sa logique, montre qu'en conséquence des hypothèses qui prévoient une augmentation des ravageurs, il est tentant, voire nécessaire pour les agriculteurs d'augmenter la quantité de pesticides pour maintenir les rendements agricoles et suffire à la demande croissante.

Cependant, il est donc pertinent pour lui, d'évaluer les risques de pollution, les risques écotoxicologiques et les effets potentiellement néfastes sur la santé humaine qui sont associés à ces produits. Il ressort donc des études scientifiques que la survie des organismes non ciblés est précaire. L'auteur trouve aussi que les études épidémiologiques suggèrent un lien de causalité entre certaines maladies chroniques et l'exposition prolongée aux pesticides.

Dans cette même analyse, Nadeau, (2012), fait l'évaluation des risques toxicologiques d'un site orphelin industriel au Québec. Le site de l'étude avait principalement été utilisé à des fins agricoles jusqu'en 1970. Les études ont révélé la présence de substances dans le sol comme le cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc. L'auteur a procédé par dresser un bilan des différents profils toxicologiques des substances retenues en abordant notamment leurs principales propriétés physicochimiques, leur transport dans l'environnement et leur toxicité. Les évaluations de risques effectuées pour les métaux concernés ont montré que des risques formels existaient pour l'humain et l'environnement. En effet, le cuivre, le plomb et le zinc du site représentent des risques écotoxicologiques formels pour les microorganismes du sol, les plantes terrestres et les invertébrés du sol.

Selon Grant *et al.* (2002), la plupart des travaux scientifiques ont été conduits en zones tempérées et les données sur le devenir et l'effet des pesticides dans l'environnement sont donc basées sur ces conditions. C'est montrer ici que l'évaluation de l'impact des pesticides en zones tropicales est un domaine négligé de l'écotoxicologie. Les auteurs poursuivent dans leur logique en soutenant que les conditions tropicales modifient de manière spécifique le risque présenté par la plupart des pesticides.

Il peut y avoir donc des différences considérables entre le risque environnemental résultant de l'utilisation de ces produits dans des écosystèmes tempérés et celui présenté par le même produit en zones tropicales.

Sur le plan de la protection sociale, il est par nature difficile de rendre compte d'un lien de causalité entre l'exposition d'un travailleur à un produit phytosanitaire et la détérioration de son état de santé car un temps de latence important peut être observé entre la période d'exposition et l'apparition des premiers symptômes (Jouzel et Dedieu, 2013). Dans la seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, deux institutions ont été mises en place pour la gestion des risques liés aux pesticides en France. Selon Jouzel et Dedieu (2013), ces dispositifs ont « involontairement contribué à la méconnaissance de certains effets pathogènes des expositions professionnelles aux pesticides ».

La première critique formulée par les auteurs à l'égard du processus d'homologation des produits et d'évaluation des risques sur la santé humaine concerne la méthodologie même du processus : les effets des produits sont testés à court terme dans le cadre d'exposition à des doses élevées (c'est-à-dire, simulation d'une intoxication aiguë) alors que la plupart du temps, les agriculteurs sont confrontés à des intoxications chroniques (à petites doses mais régulières). De plus, la toxicité est évaluée « sur le moment », alors que, dans la réalité de l'activité agricole, les travailleurs peuvent être exposés aux pesticides même après les traitements (nettoyage des outils et machines, réentrée dans les parcelles après traitement, etc.).

Cela revient, pour les auteurs, à limiter la vision du problème, même si ces tests restent indispensables. Cependant, en rendant possible la mise en risque des maladies professionnelles induites par les pesticides, la procédure d'homologation a constitué un puissant vecteur « d'acceptabilité » de la menace que les traitements phytosanitaires peuvent constituer pour la santé des agriculteurs (Jouzel et Dedieu, 2013).

Si l'agriculteur qui est victime d'une intoxication lui paraissant être liée aux pesticides ne peut fournir le nom du ou des produits qu'il a utilisés, cela rend improbable la validation de son signalement. Pour cette raison, le réseau de toxico-vigilance est peu propice au signalement d'intoxications chroniques, liées à des expositions répétées à des pesticides difficilement identifiables, survenant en dehors des activités de traitement proprement dites (Jouzel et Dedieu, 2013).

Cette analyse critique met en évidence un phénomène de « sous déclaration » des pathologies liées aux pesticides de la part des agriculteurs.

Cet angle d'analyse nous inspire beaucoup puisque cette même situation de non reconnaissance du nom des pesticides utilisés, ainsi que l'absence de déclaration des symptômes liés aux pesticides est notée dans notre zone d'étude. Ce qui résulte de facto, l'absence de données sanitaires fiables au niveau des structures de santé de notre zone d'étude.

Ainsi, (Abdulkadir *et al.* 2013 ; Son *et al.* 2017) pensent que la culture maraîchère en Afrique subsaharienne repose souvent sur un usage intensif, voire abusif, d'intrants (engrais minéraux, déchets organiques, produits phytosanitaires, eaux usées), avec des conséquences souvent néfastes pour la santé humaine et l'environnement.

En effet, selon Pesticide Action Network (2005), les pesticides sont utilisés dans les pays en développement en quantités excessives ou inadaptées et la récolte des légumes est faite sans respect des délais de sécurité.

Ils laissent ainsi, inévitablement, des résidus qui pourraient nuire à la santé humaine et à l'environnement. Les maraîchers utilisent des produits très toxiques et très rémanents de la famille des organophosphorés et organochlorés pour protéger leurs cultures (Sougnabe *et al.* 2009). Ils sont peu biodégradables et persistants dans l'eau, le sol, et les végétaux (Viala, 1998 ; Benecke *et al.* 2004); d'où un risque de pollution de l'environnement.

Les maraîchers ne semblent pas avoir une grande connaissance du spectre d'activité des matières actives et des doses à utiliser en fonction des superficies à traiter. Ces pratiques entraînent des risques de contamination des eaux et des poissons par les pesticides (Gomgnimbou *et al.* 210).

Interdits d'utilisation depuis une trentaine d'années, le Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et l'Hexachlorocyclohexane (HCH) ont été retrouvés dans des échantillons de lait collectés auprès des éleveurs installés dans les régions de Buyo, Grandlahou et Yamoussoukro en Côte d'Ivoire (Traoré *et al.* 2008).

Leur présence dans les différents échantillons s'expliquerait soit par une utilisation frauduleuse pour l'entretien des parcelles agricoles du fait des prix d'achat relativement bas par rapport aux pesticides moins persistants et autorisés; soit qu'ils aient été utilisés de façon insidieuse par le passé pour diverses raisons (santé publique, agriculture) et enfin, à cause de leur forte rémanence élevée dans l'environnement. Au regard du faible niveau de technicité des agriculteurs, l'utilisation des pesticides de synthèse sur la menthe verte dans le Centre-Sud du Maroc, expose le consommateur, le producteur et l'environnement à des risques d'intoxications aiguës et chroniques (Eddaya *et al.* 2014). Les auteurs mentionnent qu'en termes de toxicité au sens de l'OMS, les pesticides utilisés se classent de très dangereux à peu dangereux.



Au niveau du bassin versant de Laou (au Maroc), Errochdi *et al.* (2012) ont mis en relation la problématique de la qualité de l'eau, à des rejets des eaux usées et à l'intensification de l'agriculture avec l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires et celle du bassin versant Tahaddart à la nature du substrat fortement érosif, à l'élevage et le surpâturage, à l'agriculture et la nature des pratiques agricoles.

Selon Ahouangninou *et al.* (2011), l'utilisation des pesticides par les petits agriculteurs africains est devenue systématique afin d'optimiser le rendement des cultures de rente et maraîchères. Mais poursuivent-ils, contrairement aux planteurs de coton, les producteurs maraîchers ne bénéficient ni d'encadrement, ni de formation continue. Ils se procurent sur le marché local des pesticides dont ils ne connaissent ni la toxicité ni le mode d'utilisation.

Toujours dans cette même logique, Muliele *et al.* (2017) soulignent que l'application systématique des pesticides sans tenue de protection appropriée au Congo, met les maraîchers en contact régulier avec ces produits chimiques et les expose à l'intoxication aux pesticides. Les auteurs montrent que 83% des maraîchers n'ont pas suivi de formation sur les pesticides et le manque de maîtrise de dosage des pesticides peut accroître le risque de résistance des ravageurs et pathogènes aux pesticides.

Au Sénégal, l'agriculture occupe environ 75% de la population du pays et joue un rôle prépondérant dans la vie socio-économique du pays. Ce domaine d'activité fournit jusqu'à 45% des revenus de l'exploitation agricole et constitue de ce fait une activité économique importante pour la population rurale (Diouf, 2014).

Malgré son importance dans le tissu économique du pays, l'agriculture sénégalaise fait face à certaines contraintes liées aux pratiques agricoles, notamment en ce qui concerne l'utilisation des pesticides. Dans la zone des Niayes, l'utilisation des pesticides de manière très répandue, permet de lutter contre les déprédateurs, les insectes et les micro-organismes et d'accroître les rendements (Cissé *et al.* 2001).

Par conséquent, la gestion de ces produits pose des problèmes environnementaux et sanitaires pouvant causer des pathologies dont les cancers, les troubles neurologiques, les pertes de fécondité ou de fertilité, etc. Beaucoup de types de produits avoisinant les 122 avec des modes d'utilisation non maîtrisés et une absence de contrôle de l'utilisation de ces produits ont permis aux auteurs de caractériser la situation de la zone des Niayes lors d'une étude du système de production et une évaluation de la charge des eaux de puits en pesticides. Cette situation se répercute sur la qualité de l'eau qui montre une contamination de la nappe phréatique par des résidus de pesticides qui peuvent nuire à la santé humaine et animale en général.

Les modes d'utilisation de ces produits chimiques, ainsi que le manque de connaissance et de matériel pour leur manipulation ont été démontrés comme étant les principaux facteurs de risques sur la santé des populations et sur l'environnement du milieu (Cissé *et al.* 2006).

Dans le même ordre d'idées, un rapport de la Banque Mondiale (2008) note que lorsque les pesticides sont utilisés de manière inappropriée, ils peuvent être toxiques pour les humains et les autres espèces. De même, elle précise qu'outre les préoccupations en matière de salubrité des aliments, l'empoisonnement accidentel par exposition aux pesticides tue chaque année environ 355 000 personnes, dont deux tiers se trouvent dans les pays en développement.

Ngom *et al.* (2012) décrivent cette question de la mauvaise gestion des pesticides de la part des producteurs peu soucieux de leur impact sur l'environnement et la qualité des productions dans la zone des Niayes. Selon toujours Ngom *et al.* (2012), la contamination est inquiétante car les pesticides ont été détectés dans les prélèvements effectués au niveau des marchés de produits alimentaires de la banlieue de Dakar.

Toujours dans ce sens, Wade, (2003) dans ses travaux de thèse souligne que le recours aux pesticides chimiques dans la lutte contre les ennemis des cultures n'en soulève pas moins de redoutables questions d'ordre environnementales et pose des problèmes de santé pour les agriculteurs et les consommateurs. Il convient de noter alors que le problème des résidus de pesticides dans les fruits et légumes constitue une menace pour la santé des populations.

L'auteur essaie d'évaluer les conditions d'utilisation des pesticides dans la pratique horticole et de montrer leur impact sur l'environnement. Parallèlement, plusieurs sources éventuelles de contamination de l'eau ont été identifiées. Il s'agit tout d'abord de la pollution engendrée par les produits agrochimiques (engrais et pesticides) utilisés dans la production maraîchère mais aussi, celle occasionnée par la prolifération des latrines et l'accumulation des eaux usées.

Le recours aux pesticides permet donc aux agriculteurs d'accroître leurs rendements et de protéger leurs productions agricoles contre les déprédateurs. Mais aujourd'hui, l'utilisation systématique de ces produits est remise en question avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour l'environnement, et la santé humaine. Le développement de la surveillance des milieux met par ailleurs en évidence l'ampleur de leur dispersion dans l'environnement. Ces constats motivent donc un encadrement qui devient de plus en plus contraignant au plan international, et ne peut se limiter à l'évaluation même renforcée des pesticides eux-mêmes et doit s'étendre à l'évaluation de leurs pratiques d'utilisation.

La synthèse de cette revue littéraire présentée dans ce travail aborde l'importance et la problématique de l'utilisation des pesticides par les exploitants agricoles. Ainsi, l'originalité de ce travail tient au fait qu'il aborde une problématique actuelle de géographie de la santé où le risque sanitaire et environnemental aux pesticides apparaît sur le débat international tant scientifique que politique sur la santé publique. L'agriculture demeure encore au 21<sup>ème</sup> siècle, l'un des leviers fondamentaux de développement et de réduction de la pauvreté. Dans les pays à vocation agricole, comme c'est le cas dans la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne, l'agriculture est essentielle, d'une part à la croissance et, d'autre part, à la réduction de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire des populations.

Le rôle que joue l'agriculture dans le processus de développement et de croissance économique du pays a encouragé tout récemment le gouvernement à positionner cette activité au cœur du Plan Sénégal Émergent (PSE) à travers le volet Programme de Relance et d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture au Sénégal (PRACAS) (CIES, 2015). Dans notre zone d'étude, l'arboriculture fruitière et la production maraîchère ont pris de l'ampleur ces dernières années. Avec cette exploitation agricole qui était jadis plus développée dans la zone des Niayes, on assiste à l'implantation de plus en plus de vergers dans la zone.

Cependant, l'agriculture est au cœur de nombreux débats environnementaux et sanitaires à cause des outils et techniques de travail qui sont méconnus ou mal utilisés par les exploitants agricoles. Cette activité agricole est un cadre de lutte permanent entre les cultures pratiquées et les organismes nuisibles. Pour mieux comprendre notre thématique de recherche, nous avons procédé à la clarification de certains concepts.

## **1.2. Cadre conceptuel**

### **1.2.1. Analyse et clarification conceptuelle**

**Le risque :** On peut distinguer deux types de définitions du risque :

- Définition objectiviste : une potentialité de dommages infligés par un ou plusieurs aléas à une vulnérabilité, ou « enjeu ».  
Elle rend compte de menaces latentes, non encore manifestées, mais existant objectivement et virtuellement (probabilité ou potentialité), parfois mesurable ;
- Définition subjectiviste : perception d'un danger possible, plus ou moins prévisible par un groupe social ou un individu qui y est exposé, représentation d'un danger ou aléa (réel ou supposé) affectant les enjeux, indicateurs d'une vulnérabilité (Veyret, 2003). Elle rend compte de menaces construites socialement et elle est étroitement liée à leur perception et représentation.

Ces deux types de définitions ne sont pas contradictoires. C'est le caractère du risque d'être à la fois une construction sociale et une réalité objective. De même, une catastrophe est toujours une représentation de catastrophe : les sociétés ont des conceptions différentes des ruptures, menaces et dangers en fonction de leur tolérance à la mort, au risque, à l'incertitude, aux inégalités et à la souffrance en général. Le risque et la sécurité sont ainsi liés à la définition de besoins humains, thème qui a généré un débat hautement intéressant mais bien entendu toujours ouvert (Wisner *et al.* 2004).

Le risque comme potentialité de dommages est étroitement lié à l'occurrence et la sévérité des aléas, mais de manière aussi significative à de nombreux autres composants : la vulnérabilité de l'unité exposée, sa capacité à anticiper, résister (résistance ou robustesse), faire face aux conséquences néfastes de l'impact (coping) et s'adapter pour revenir à un état acceptable (résilience), (Van der Leeuw, 2001). On dira alors que le risque est fonction de l'aléa, de la vulnérabilité, de la résistance et de la résilience, les deux premiers étant des multiplicateurs du risque et les deux derniers des diviseurs :  $R = f(H, V / R_{tce}, R_{lce})$  (il ne s'agit pas d'une équation mathématique).

Le concept de risque, tel que défini par la Commission européenne, prend en compte deux éléments: la probabilité que survienne un élément dangereux et la sévérité de ses conséquences ; le risque attaché à un événement particulier se caractérise par sa probabilité et par la gravité de ses effets. Les effets ou conséquences classiquement étudiés sont :

- les effets toxiques par inhalation de gaz ou d'aérosols toxiques ;
- les effets thermiques par brûlures consécutives à un incendie.

Dans le dictionnaire raisonné de géographie de la santé de Picheral, (2001), la notion de risque sanitaire est définie comme « [...] la probabilité de survenue d'un ou de plusieurs effets néfastes pour la santé d'un individu ou d'une population à la suite d'une exposition à un facteur dangereux. Plus le danger est grand et l'exposition importante, plus le risque sanitaire augmente».

Bailly et Chichignoud, (2005) retiennent en synthèse la définition proposée par Robert D'Ercole, élaborée pour traiter des risques « naturels » : le risque « est le produit d'un aléa donné (évalué par sa probabilité d'occurrence et sa capacité destructrice ou « efficacité ») et des dommages que cet aléa est susceptible d'occasionner en un lieu donné. L'évaluation des dommages prend en compte la valeur des éléments exposés ou enjeux (populations, patrimoine, activités économiques) et leur vulnérabilité (pourcentage de la valeur qui sera probablement perdue en cas d'aléa)».

Riviere, (1998), estime que le risque est la probabilité d'apparition d'effets toxiques après l'exposition des organismes à un objet dangereux.

Curtis, (2004), indique que les risques de santé ne sont pas qu'individuels, ils sont aussi collectifs, et se rapportent à des notions touchant aux risques potentiels (environnement pathogène), encourus (comportements) ou perçus (interprétations).

En géographie, l'analyse des risques de santé prend en considération à la fois la façon dont les populations occupent et pratiquent les espaces, mais aussi les espaces eux-mêmes dans lesquels varient les expositions à des risques.

Pour Covello et Merkhofer, (1993), le risque est un concept au minimum bidimensionnels, impliquant la possibilité d'une issue négative et une incertitude sur l'apparition, la chronologie et la gravité de cet effet négatif. Si l'une de ces caractéristiques n'existe pas, il peut ne pas y avoir de risque. Plus manifestement, le risque est la caractéristique d'une situation ou d'une action où il y a deux issues possibles (danger et exposition), on ne sait pas laquelle doit se produire, et l'une d'elles représente un événement indésirable. Les risques sanitaires font référence aux diverses maladies que peuvent contracter les exploitants en étant exposés pendant un moment à des facteurs de risques de santé. Ils correspondent alors à la probabilité que l'introduction d'un contaminant dans un écosystème, produise des effets néfastes sur les différents compartiments de cet écosystème.

Le risque dépend à la fois des propriétés intrinsèques de la substance considérée et de la concentration ou de la dose à laquelle la cible est exposée.

De même, il est important de distinguer la notion de facteur de risque, qui est la caractéristique liée à une personne, à son environnement, sa culture ou son mode de vie et qui entraîne pour elle une probabilité plus élevée de développer une maladie.

En effet, dans le cadre de cette étude, le facteur de risque pris en compte est l'exposition à la pollution liée à l'usage des pesticides.

La définition du risque est retenue comme étant le croisement d'un danger potentiel, lié directement ou indirectement aux activités de l'homme et d'une exposition de ce dernier, pouvant représenter une nuisance pour sa propre santé. Il est question à ce niveau, d'expositions possibles (absorption, ingestion, inhalation, etc.) à des polluants susceptibles d'engendrer des allergies, des maladies, des malformations et des décès. Le risque qu'un pesticide présente un effet négatif dépend de la toxicité du produit en question (substance active et/ou produits chimiques utilisés dans la formulation) et de l'exposition subie par le milieu étudié, incluant la faune et la flore ainsi que les humains.

**Vulnérabilité** : La vulnérabilité est une composante déterminante du risque, quel que soit son origine (anthropique ou naturelle). Elle désigne donc le caractère ou l'aptitude d'un milieu, d'un bien ou d'une personne à subir un dommage à la suite d'un événement, naturel ou anthropique.

Dans cette étude, il s'agit d'analyser la vulnérabilité des exploitants agricoles de façon particulière, permettant de mieux traduire leur niveau d'exposition aux risques liés à l'utilisation des pesticides dans leurs différentes exploitations agricoles. Les facteurs les plus déterminants de cette vulnérabilité sont axés sur les modes d'acquisition, de stockage et d'utilisation de ces produits chimiques.

**Pesticides** : Le terme pesticide désigne de manière générique l'ensemble des produits destinés à lutter contre les parasites animaux ou végétaux. Cet anglicisme, issu du latin *pestis* (épidémie, fléau) et *cædere* (tuer), souligne l'intention de lutter contre des nuisances d'origine biologique. Les principales cibles des pesticides sont des organismes vivants variés tels que les champignons (fongicides), les mauvaises herbes (herbicides), les insectes (insecticides), les acariens (acaricides), les nématodes (nématocides), les mollusques (molluscicides) ou les rongeurs (rodenticides) (Multigner, 2005).

L'Agence Française de Normalisation (AFNOR) considère un pesticide comme étant une substance ou préparation de substances permettant de lutter contre les ennemis des cultures et des produits récoltés (Gockowski, 1998).

En agronomie, les pesticides sont définis comme étant des produits phytopharmaceutiques destinés à la protection des végétaux contre les organismes nuisibles ou à prévenir leur action (Dièye, 1998).

En santé publique, Ngom, (1992), nous parle de produits destinés à lutter contre les vecteurs de maladies parasitaires et infectieuses.

La définition la plus complète semble être donnée en toxicologie où les pesticides sont définis à l'instar des médicaments comme des substances ou préparations destinées à assurer la destruction ou à prévenir l'action des animaux, végétaux, micro-organismes nuisibles. Dans tous les cas, sont exclus des pesticides : les engrais, les nutriments végétaux et animaux, les additifs alimentaires et les médicaments vétérinaires.

Pour l'Union Européenne (UE), le mot « pesticide » désigne ainsi, non seulement les produits phytopharmaceutiques, destinés à protéger la santé des végétaux, mais aussi les produits biocides. Par commodité, le mot « pesticide » sera toutefois employé dans la suite des développements pour désigner un produit phytopharmaceutique, sauf indication expresse contraire.

La définition la plus largement diffusée est celle donnée par le code de conduite de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) sur la distribution et l'utilisation des pesticides (FAO, 2003) : « un pesticide est une substance ou mélange de substances destiné à repousser, détruire ou combattre les ravageurs y compris les vecteurs de maladies humaines et animales, et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux ».

Deux catégories de produits sont rassemblées sous le terme « pesticides » : les produits phytopharmaceutiques (aussi appelés phytosanitaires) et les biocides.

Les phytopharmaceutiques sont définis dans le règlement (CE) 1107/2009 (Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne, 2009) comme étant « les produits composés de substances actives, phytoprotecteurs ou synergistes, ou en contenant et destinés à l'un des usages suivants :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou prévenir l'action de ceux-ci ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, autres que les substances nutritives ;
- assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions communautaires particulières concernant les agents conservateurs ;
- détruire les végétaux ou les parties de végétaux indésirables ;
- freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».

Les biocides sont définis par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) comme étant « des substances actives ou des préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique ».

Les phytopharmaceutiques représentent globalement les pesticides à usage agricole et les biocides, les pesticides à usage non agricole.

Sous cette définition « large » des pesticides, se cache une vaste gamme de composés utilisés principalement en tant que :

- fongicides (destinés à lutter contre les champignons) : comme les triazoles, les dithiocarbamates, les strobilurines...

- herbicides (destinés à lutter contre l'installation d'espèces végétales adventices) : comme les amides, acide aryloxyalkanoïques, les diphényl-éthers, les urées, les sulfonylurées et les triazines ...
- insecticides (destinés à tuer ou perturber le bon déroulement du cycle de vie des insectes) : comme les carbamates, les pyréthriinoïdes, les organophosphorés, les organochlorés, etc.

Le terme inclut les substances destinées à être utilisées comme régulateur de croissance des plantes, comme défoliant, comme agent de dessiccation, comme agent d'éclaircissage des fruits ou pour empêcher la chute prématurée de ceux-ci, ainsi que les substances appliquées sur les cultures, avant ou après la récolte, pour protéger les produits contre la détérioration durant l'entreposage et le transport. Des définitions voisines ont été adoptées par la Commission du Codex alimentarius (Codex, 1984).

**Exploitation agricole** : L'exploitation agricole est une notion complexe et multidimensionnelle. Selon les approches disciplinaires des chercheurs, elle est appréhendée comme une unité de production (Lauwe *et al.* 1964), une cellule sociale et familiale (Barthez, 1982 ; Abdelmalek, 2000), un centre de décision et/ou un système famille-exploitation (Brossier *et al.* 2003).

Soulignons que ces différentes conceptions ne sont pas contradictoires. Bien au contraire, elles fondent la richesse des approches de l'exploitation agricole. D'où d'ailleurs le recours à une approche globale et une modélisation systémique de l'exploitation (Bonneviale *et al.* 1989 ; Marshall *et al.* 1994).

Dufumier, (1996), conçoit l'exploitation agricole comme une unité de production au sein de laquelle l'exploitant mobilise des ressources de natures diverses (terrains, main-d'œuvre, cheptel, plantes, intrants, matériels, bâtiments, etc.) et les combine dans des proportions variables pour obtenir certaines productions végétales et/ou animales et satisfaire ainsi ses besoins et intérêts.

Cette définition rejoint celle de Aho et Kossou, (1997), qui supposent que l'exploitation agricole est l'ensemble évolutif composé de l'agriculteur, du périmètre agricole, du personnel d'exploitation, des spéculations végétales, animales et forestières exploitées, des référentiels techniques mis en œuvre, des stratégies de valorisation et de commercialisation des produits.



L'agriculture renvoie au travail de la Terre, à l'exploitation donc du milieu naturel permettant la production des végétaux et des animaux, nécessaires pour la survie de l'homme.

Ses pratiques consistent cependant à assurer la rentabilité pour mieux améliorer ou accroître les rendements, à travers un ensemble de dispositions visant à protéger les semences, les cultures et les récoltes. L'exploitation agricole est alors considérée comme un système dont toutes les composantes foncières, humaines, techniques, stratégiques et commerciales se trouvent dans un équilibre perpétuellement renouvelé ou remis en question selon l'interaction avec son environnement.

**Pratiques agricoles** : Si l'on entend par pratiques agricoles les manières concrètes d'agir des agriculteurs, cela signifie, comme le souligne Teissier (1979), que l'on se propose de ne pas dissocier le fait technique de l'opérateur, du dispositif mis en place pour la pratique, et plus généralement du contexte dans lequel les techniques sont mises en œuvre. Ainsi définie, une pratique agricole n'est en effet pas réductible à des règles, à des principes d'action. Elle procède d'un choix de l'agriculteur, d'une décision qu'il prend, compte tenu de ses objectifs et de sa propre situation.

Tributaire du fonctionnement de l'exploitation agricole dans son ensemble, une pratique agricole est en quelque sorte personnalisée, indexée à un système de production particulier.

Ceci-dit, les pratiques qui dépendent des conditions du milieu, des savoirs et des moyens techniques dont disposent les agriculteurs, peuvent être aussi considérées comme des produits de l'histoire et de la société. Par exemple un terroir donné se distinguera d'un autre par une certaine spécificité de ses pratiques agricoles. À une technique donnée correspondra finalement au sein d'une petite région, un ensemble plus ou moins diversifié de pratiques.

La pratique agricole est par ailleurs dimensionnée : d'abord parce qu'elle s'applique à des objets eux-mêmes dimensionnés (les parcelles par exemple), ensuite parce que sa réalisation nécessite la mobilisation de moyens (facteurs de production). Elle se trouve donc affectée d'un coût de mise en œuvre. On peut remarquer ici que les pratiques des agriculteurs ne relèvent pas du seul domaine technique, privilégié par les agronomes, ni ne concernent que l'acteur individuel. Les pratiques économiques, sociales, religieuses, entretiennent des relations souvent très directes avec les précédentes, interférant ainsi avec l'activité agricole proprement dite.

### **1.3. Approche méthodologique**

#### **1.3.1. La collecte des données**

##### **1.3.1.1. La revue documentaire**

En général, toute recherche est abordée au préalable par la recherche documentaire qui constitue une étape fondamentale permettant d'orienter le travail.

Cette étape documentaire correspondant à une consultation d'ouvrages, d'articles et de thèses et d'autres documents scientifiques, nous a permis d'acquérir des connaissances sur certaines notions ou concepts, mais aussi de disposer plus d'informations sur notre thématique de recherche. La recherche documentaire a permis de trouver parmi un ensemble de documents, ceux qui répondent le mieux à notre préoccupation. Mais, nous nous sommes rendu compte jusqu'à présent que l'essentiel des études portant sur l'utilisation des pesticides dans l'agriculture au Sénégal, concernaient la zone nord-ouest du pays connu sous le nom de la zone des Niayes.

En effet, cette zone a des conditions climatiques très particulières (pluviométrie peu abondante, température moins élevée, nappe moins profonde etc.) comparées à celles de notre zone d'étude (Basse Casamance) où les moyennes pluviométriques peuvent varier entre 800 et 1000 mm, les températures élevées et la nappe plus ou moins profonde.

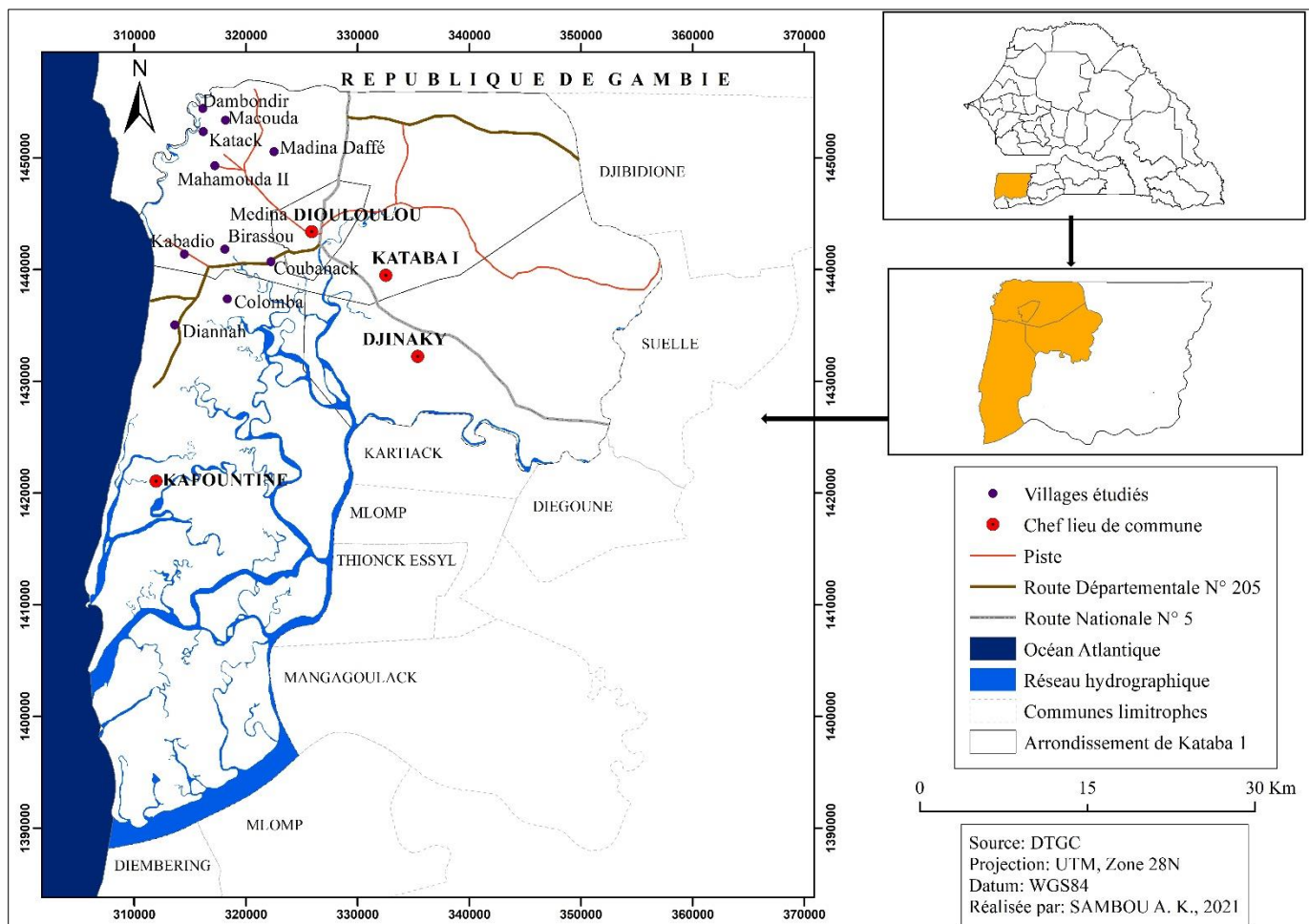
De ce point de vu, la question d'étudier les paramètres météorologiques et d'analyser le sol dans la zone d'étude sont venues s'ajouter aux questions de départ qui portent essentiellement sur les pratiques agricoles et les facteurs de risques associés à l'utilisation des pesticides.

##### **1.3.1.2. L'enquête exploratoire et le choix des localités**

Ce travail s'est tenu du 25 au 28 août 2020. Cette étape a consisté en une visite dans les différentes localités de notre zone d'étude. En effet, il a été question de discuter avec les autorités villageoises sur les objectifs de notre projet de thèse et de ce que nous projetons de faire dans leurs localités lors de nos enquêtes. Aussi, une pré-enquête a été effectuée lors de ce séjour auprès des exploitants agricoles. Ce test nous a permis de refondre le questionnaire en évitant des répétitions qui sont ressenties dans certaines questions, tout en reformulant les intitulés pour les rendre plus compréhensibles. Les informations recueillies lors de cette visite exploratoire nous ont facilité le choix des localités devant faire l'objet d'enquête, ainsi que la méthode de collecte des données. Le choix des localités à enquêter a été motivé par un certain nombre de critères qui nous paraissent intéressants (l'importance de l'arboriculture et de l'activité maraîchère, la position géographique avec la proximité frontalière avec la Gambie, ainsi que le souci d'avoir une bonne couverture des terroirs étudiés (Fogny Kombo et Bliss).

Au total, 10 villages ont été retenus dans le cadre de cette étude. En plus des villages de Diannah et de Kabadio où nous avons tenu nos travaux de mémoire de Master, les localités de Colomba, Coubanack, Madina Birassou et Mahmouda II ont été retenues grâce à l'importance de l'activité maraîchère, ainsi que l'arboriculture qui y sont pratiquées par les exploitants agricoles.

Pour ce qui est des localités de Dombondir, Katak, Macouda et Madina Daffé, en plus de la motivation du choix pour les villages précités, leur proximité avec la Gambie a également retenu notre attention (carte 1). Pour ce qui est du choix des deux terroirs (Bliss et Fogny Kombo), il est perceptible à travers la diversité socio culturelle notée dans ces terroirs, ainsi que l'importance des activités socio-économiques qui s'y développent, laissant apparaître une modification des unités paysagères d'année en année dans l'ensemble de l'arrondissement de Kataba 1.



Carte 1: Carte de localisation des terroirs villageois étudiés

### 1.3.1.3. L'échantillonnage

Les données de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) du recensement de 2013 ont été à la base de la constitution de notre échantillon. L'échantillonnage stratifié a été choisi à cet effet. Ainsi, il s'agit de subdiviser une population hétérogène en strates (ici, le ménage constitue notre unité). Cette méthode consiste à retrouver dans l'échantillon les mêmes proportions pour chacune des strates selon les caractéristiques choisies pour l'étude dans la population visée. Nous avons donc enregistré 1555 ménages qui constituent notre population d'étude. Par exemple pour faire ressortir le pourcentage (%) du village de Colomba, nous aurons :  $\frac{104 \times 100}{1555} = 6,69\%$  de la population. Nous avons choisi un échantillon de 300 ménages soit un taux de sondage de 19,3% et nous voulons qu'il représente fidèlement notre population. Pour ce faire, nous avons donc utilisé les proportions pour obtenir un échantillon représentatif. Nous aurons toujours pour la localité de Colomba :  $\frac{300 \times 6,7}{100} = 20 \text{ ménages}$ . Les résultats des ménages enquêtés sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Distribution de l'échantillon des villages enquêtés

| Villages        | Nombre de ménages recensés en 2013 | Nombre de ménages enquêtés | Pourcentage (%) |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| Colomba         | 104                                | 20                         | 6,69            |
| Coubanack       | 149                                | 29                         | 9,58            |
| Diannah         | 440                                | 85                         | 28,30           |
| Dombondir       | 117                                | 23                         | 7,52            |
| Kabadio         | 271                                | 52                         | 17,43           |
| Katack          | 102                                | 20                         | 6,56            |
| Macouda         | 77                                 | 15                         | 4,95            |
| Madina Birassou | 84                                 | 16                         | 5,40            |
| Madina Daffé    | 126                                | 24                         | 8,10            |
| Mahmouda Diola  | 85                                 | 16                         | 5,47            |
| <b>Total</b>    | <b>1555</b>                        | <b>300</b>                 | <b>100</b>      |

(Source : Recensement National ANSD 2013 & données enquêtes)

#### **1.3.1.4. L'enquête proprement dite**

Les enquêtes sont faites sur smart phone après avoir implémenté le questionnaire sur kobotoolbox.org qui est une plateforme libre. L'application KoBoCollect est installée dans les smart phones et les enquêteurs peuvent télécharger le questionnaire via un serveur dédié à cet effet. Après la collecte des données, les formulaires déjà remplis sont envoyés au serveur où on peut récupérer les résultats sous plusieurs formats selon les besoins de l'utilisateur.

Cette application a l'avantage d'être libre et permet également de gagner du temps dans la collecte, la saisie et le traitement des données. Cinq (05) enquêteurs (doctorants) ont été mobilisés pour ce travail de terrain et les enquêtes ont été réalisées entre le 25 Octobre et le 04 Novembre 2020. Nous nous sommes organisés de telle sorte qu'il ait nécessité d'une bonne coordination avec nos contacts qui se trouvaient sur place. Ceci dit que nous avons toujours appelé la veille pour caler un rendez-vous avant de se rendre dans un village pour effectuer les enquêtes.

Ainsi, la condition que le ménage puisse pratiquer une exploitation agricole était nécessaire dans le cadre de cette étude puisque nous recherchons de manière générale à étudier les pratiques agricoles. C'est-à-dire, connaître les types de spéculations développées par l'exploitant agricole, la superficie emblavée, les types de fertilisants du sol utilisés, les moyens de lutte utilisés contre les ennemis des cultures en cas d'attaque, les risques environnementaux et sanitaires encourus face à l'utilisation des pesticides, etc.

#### **1.3.1.5. Le traitement et l'analyse des données**

Pour le traitement des données collectées, nous avons utilisé essentiellement les applications standards comme Excel et SPSS. L'application SPSS a servi d'outil de correction, de nettoyage et de traitement des données. Quant à l'application Excel, elle a été utilisée pour faciliter la réalisation des figures. Les données qualitatives quant à elles, sont directement analysées. Pour la confection des cartes, nous avons utilisé particulièrement l'application ArcMap, mais aussi celle Google Earth Pro qui nous a permis de faire des captures d'images après des prises de points au GPS. L'application Word nous a facilité la saisie, ainsi que la réalisation de certaines figures. Le logiciel Lexico5.13 a permis l'analyse de textes. L'analyse lexicométrique est intéressante dans la mesure où elle permet de traiter les textes tels qu'ils ont été recueillis ou écrits sans modification du discours. Son intérêt majeur réside aussi sur le fait que l'on peut ne s'intéresser qu'à l'usage des mots, des substantifs de l'environnement d'un thème générique, et des phonèmes (Barthelemy *et al.* 2003).

Ce corpus a été soumis ensuite à une analyse des spécificités qui permet de détecter le suremploi ou le sous-emploi relatif de certains termes dans chacune des parties<sup>1</sup>, de manière plus efficace que le simple calcul de fréquences absolues ou relatives d'emploi des formes (Marega, Mering, 2018). La démarche repose sur des outils d'analyse statistiques des données textuelles (Lebart, Salem, 1994 ; Maingueneau, 1999 ; Née, 2017).

L'analyse textométrique a permis de produire des tableaux lexicaux des occurrences des expressions ayant les fréquences relatives les plus élevées dans les dix terroirs villageois étudiés, et en fonction du sexe.

S'agissant du traitement des images, la méthode a consisté à géoréférencer les images Google Earth 2004 dans le système de projection WGS84 UTM, Zone 28N afin de les superposer avec celles de Bing Maps de 2022 plus récentes et déjà géoréférencées.

Avec l'image récente de l'année 2022, nous avons procédé à la numérisation des classes d'occupation du sol des terroirs villageois (création de fichiers de formes ou Shape file pour chaque unité paysagère) après identification visuelle des différentes classes qui composent chacune des images. Le choix de l'année 2004 se justifie par les débuts d'exploitation arboricoles presque partout dans les terroirs villageois durant les années 2000.

#### **1.3.1.6. Calcul du taux de conversion (Tc)**

Le taux de conversion d'une classe d'occupation des terres correspond au degré de transformation subie par cette classe en se convertissant vers d'autres classes (Arouna 2012). C'est donc la quantité de changements observés au niveau d'une unité d'occupation du sol entre 2004 et 2022.

Il permet ainsi de mesurer le degré de conversion d'une unité d'occupation des terres en d'autres unités. Il est obtenu à partir de la matrice de transition selon la formule suivante (Coulibaly *et al*, 2016) :  $Tc = ((V_1 - V_0) / V_0) \times 100$ .

$V_0$  = superficie de l'unité paysagère en 2004 ;  $V_1$  = superficie de la même unité paysagère en 2022.

Si  $Tc = 0$ , on conclut qu'il y a stabilité de cette catégorie d'occupation du sol ;

Si  $Tc < 0$ , on conclut qu'il y a régression de cette catégorie d'occupation du sol ;

Si  $Tc > 0$ , il y a extension ou évolution de cette catégorie d'occupation du sol.

Cet indice est calculé pour toutes les catégories d'occupation du sol. Il permet d'apprécier l'évolution des différentes classes d'occupation du sol entre deux dates.

---

<sup>1</sup> Les méthodes de textométrie utilisées (spécificités, concordances, analyse factorielle des correspondances des formes ventilées en parties) sont décrites p. 242-246 dans Marega, Mering, 2018.

### **1.3.1.7. Calcul du taux moyen annuel de conversion spatiale (T)**

Le taux moyen annuel d'expansion spatiale exprime la proportion de chaque catégorie d'occupation du sol qui change annuellement. A partir de la superficie de ces classes, ce taux a été calculé grâce à la formule de Bernier (1992) :  $T = [(\ln S_2 - \ln S_1) / ((t_2 - t_1) \times \ln e)] \times 100$ .

$S_1$  et  $S_2$  : Superficie d'une unité paysagère à la date  $t_1$  et  $t_2$  respectivement ;  $t_2 - t_1$  : Nombre d'années d'évolution ;  $\ln$  : Logarithme népérien ;  $e$  : Base du logarithme népérien ( $e = 2,71828$ ).

Le résumé sur la méthodologie cartographique est schématisé dans la figure 1.

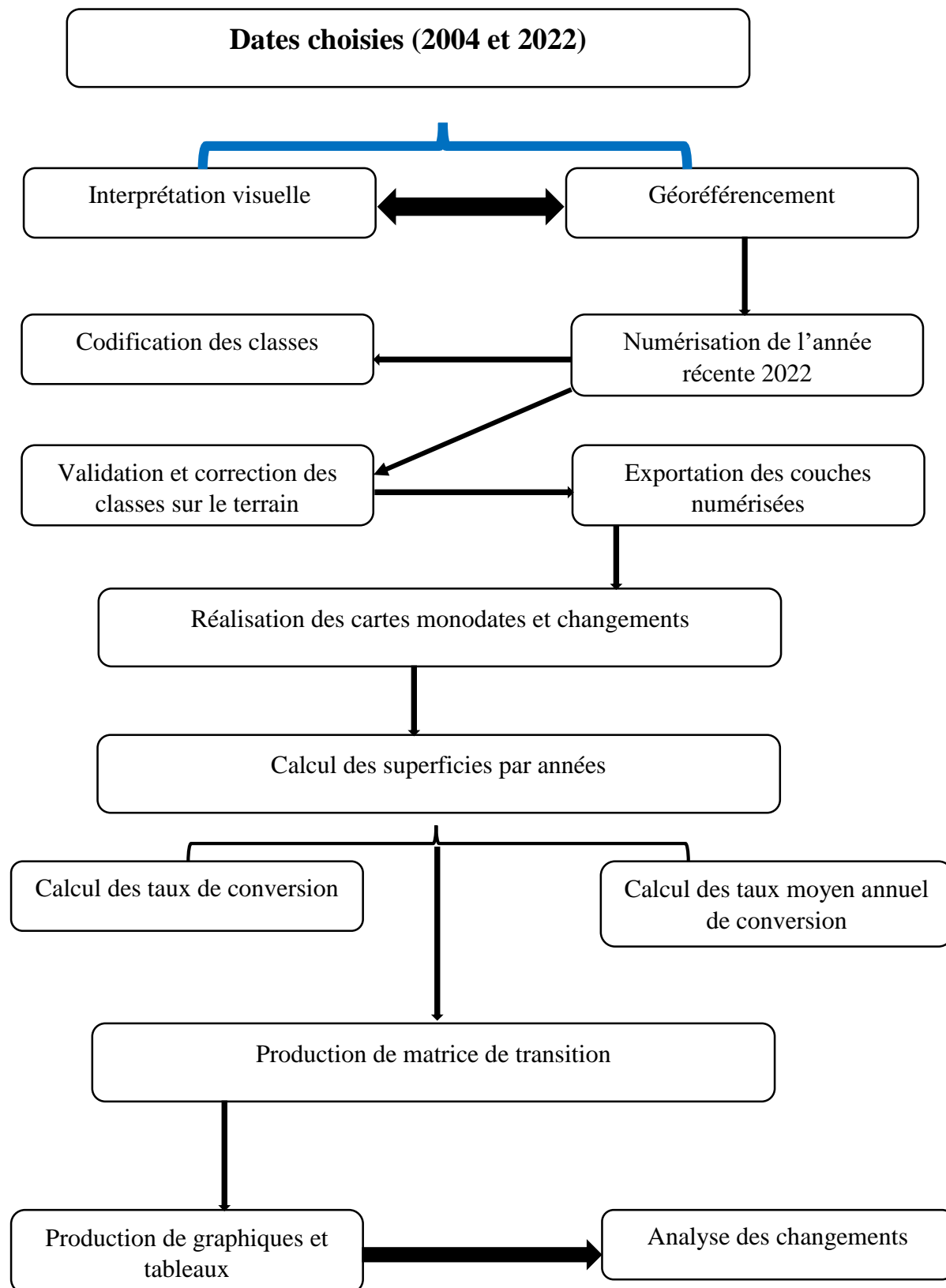


Figure 1: Schéma récapitulatif de la méthodologie de traitement des images (Source : Adapté de Bâ, 2019)

Pour faciliter la production des matrices de transition entre les dates après le calcul des superficies, un code a été attribué à chaque classe d'occupation du sol.



Ainsi, un code unique est attribué à une classe pour toutes les années étudiées afin de faciliter les tris et le regroupement des classes, mais aussi de déterminer leur migration d'une année à l'autre avec les cartes de changements. Pour ce qui concerne l'exercice de délimitation des contours des unités d'occupation des sols, nous avons commencé par numériser les classes de l'image la plus récente (2022) (Ba, 2019). Les données vectorielles de 2022 sont ensuite exportées sur l'image de 2004 afin de procéder à la modification ou à l'identification des changements de l'état de l'occupation des sols. Cette opération n'est acceptable qu'après vérification de la conformité des classes d'occupation des sols sur la première année numérisée (Ba, 2019). Ainsi, faudrait-il aussi veiller sur le géoréférencement correcte des images. En d'autres termes, les images doivent être parfaitement superposables.

#### **1.3.1.8. Prélèvement et analyse des échantillons de légumes et de sols**

Au total, 4 échantillons de légumes (tomate, poivron, gombo et piment) ont été collectés dans les marchés locaux de Diouloulou et de Kafountine. Ensuite, 6 échantillons de sols ont été prélevés au niveau des sites d'exploitation maraichère régulièrement traités avec les pesticides et dont la distance entre les habitations est comprise entre 100 et 500m, dans les localités de Colomba, Coubanack, Diannah, Katak, Macouda et Madina Birassou. Le nombre d'échantillons de légumes et de sols a été dicté par les moyens que nous disposons et le nombre maximal d'échantillons mis à notre disposition par le laboratoire en guise de subvention. Après prélèvement, ces échantillons ont été acheminés au laboratoire CERES/Locustox pour évaluer les teneurs résiduelles en pesticides.

- **Principe :** L'échantillon homogène est extrait avec de l'Acétonitrile. Des échantillons ayant une faible teneur en eau (< 80 %) nécessitent un ajout d'eau avant l'extraction initiale pour obtenir un total d'environ 10 g d'eau. Après ajout du sulfate de magnésium, du chlorure de sodium et des sels tampons de citrate, le mélange est agité énergiquement et centrifugé pour séparer les phases. Une aliquote de la phase organique est purifiée par extraction en phase solide dispersive (D-SPE) utilisant des adsorbants en vrac ainsi que du sulfate de magnésium pour éliminer l'eau résiduelle. Après purification avec des amino-adsorbants (par exemple, adsorbant à amines primaires et secondaires, PSA) et, si nécessaire du noir de carbone graphite (NCG) ou de l'octadécylsilane (ODS), les extraits sont acidifiés par ajout d'une petite quantité d'acide formique, afin d'améliorer la stabilité au stockage de certains pesticides sensibles aux bases.

L'extrait final peut être directement utilisé pour l'analyse par CPG avec les détecteurs de masse (SM) à résolution unitaire ou à haute résolution.

La quantification peut être effectuée à l'aide d'un étalon interne qui est ajouté à la prise d'essai avant extraction.

- **Réactifs**

- Acétonitrile, pour analyse par GC de résidus de pesticides ;
- Sulfate de magnésium anhydre, poudre fine ;
- Chlorure de sodium ;
- Citrate d'hydrogène Disodique sesquihydraté ;
- Citrate tri sodique dihydraté ;
- Mélange de sels tampons : Peser  $1g \pm 0.05g$  de citrate tri sodique dihydraté et  $0.5g \pm 0.03g$  de citrate d'hydrogène Disodique sesquihydraté et l'ajouter dans les tubes QuEChERS de 50ml préfabriqué contenant déjà 4g de sulfate de sodium anhydre et 1g se chlorure de sodium ;
- Solution d'acide formique 5% : ajouter 0.45ml d'acide formique à 85% dans 10ml ;
- Tube contenant 25mg de PSA, 150mg de sulfate de sodium anhydre ;
- Solution étalon interne : PCB 28 dans de l'acétonitrile ;
- Solution mère avec l'acétonitrile.

- **Appareillage**

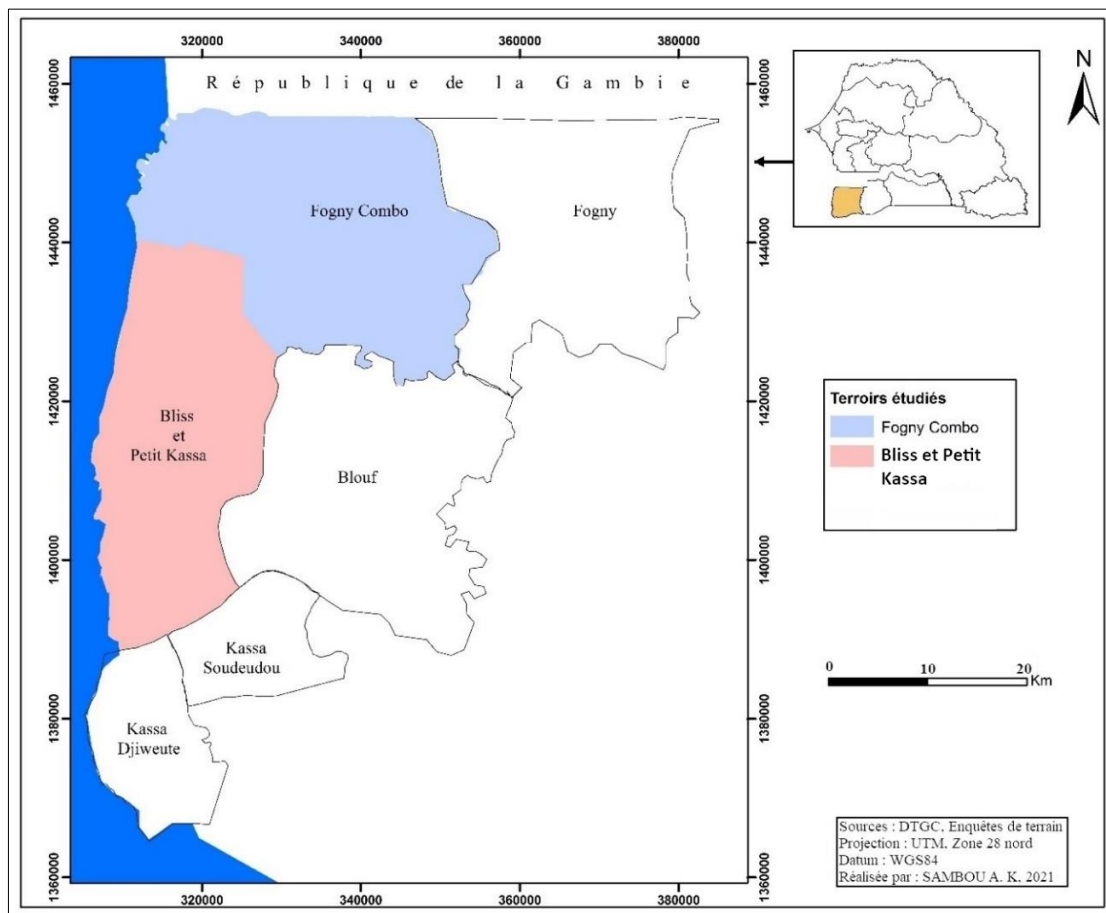
- Pipettes automatiques, adaptées à la manipulation de volumes de  $10\mu l$  à  $2000\mu l$  ;
- Tubes centrifugeuses avec bouchon à vis, 50ml ;
- Centrifugeuses, adaptées aux tubes de 50ml et tubes PSA et capables d'atteindre 3000g au moins ;
- Flacons pour injection de 1.5ml adaptées à l'échantillonneur automatique du GC/MS ;
- Fioles en verres de 10ml, 20ml, 50ml et 5ml ;
- Vortex ;
- Système GC/MS avec détecteur MS, injecteur automatique ;
- Broyeur ;
- Balance.

La limite de Quantification LOQ est définie comme étant le plus bas niveau d'ajout testé et satisfaisant les critères d'acceptabilité de la méthode. Dans cette analyse, elle est de 0,01 mg/kg.

La LOD (Limite de Détection) est estimée au dixième de la LOQ ( $LOD = LOQ/10$ ).

#### 1.4. Description des contraintes du milieu naturel

L'objectif de cette section est de décrire et d'analyser les contraintes biophysiques de l'agriculture en Basse-Casamance, particulièrement celles des zones de Bliss et de Fogny Kombo. Les entrées utilisées à cet effet sont le climat, l'hydrologie et les sols. En effet, les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo sont situés au Nord-Ouest de la région de la Basse-Casamance, dans le département de Bignona. Le terroir du Fogny Kombo est limité à l'Est par le terroir du Fogny, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Nord par la République de la Gambie, au Sud par les terroirs du Bliss et du *Blouf*<sup>2</sup>. Quant au terroir de Bliss, il est limité à l'Est par le Blouf, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Nord par le terroir du Fogny Kombo et au Sud par le Petit Kassa qui constitue essentiellement des îles (carte 2). Cette partie Nord-Ouest du département de Bignona, à l'instar de la Basse-Casamance, se situe dans la zone sud soudanienne sous l'influence du domaine côtier (Atlantique).



Carte 2: Carte de localisation des terroirs villageois de Bliss et de Fogny Kombo

<sup>2</sup> C'est un ancien terroir regroupant plusieurs villages, dicté par les considérations historico-géographiques où apparaissent les différenciations socio-culturelles en comparaison avec d'autres terroirs comme (Fogny, Kalounayes, etc., dans le département de Bignona.

### **1.4.1. Le climat**

L'influence du climat sur l'activité agricole, l'usage et la dispersion des pesticides dans les espaces d'étude est perceptible à travers la pluviométrie, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité. Dans les pays tropicaux en général et, sous-développés en particulier, les risques liés au climat sont beaucoup plus dommageables aussi bien sur le plan économique que sanitaire. Les moyens de se prémunir étant dérisoires et souvent inexistant, rendent les populations fragiles à l'égard de certaines pathologies tropicales (Mbaye, 2005). L'analyse est centrée sur la série 1971-2020 pour laquelle les données climatologiques sont disponibles à la station synoptique de Ziguinchor et aux postes pluviométriques de Bignona et Oussouye (chefs-lieux de département), ainsi qu'à celui de Diouloulou plus proche de notre zone d'étude.

#### **1.4.1.1. La pluviométrie**

Située dans la zone climatique sud soudanienne, la Basse-Casamance est l'une des zones les plus arrosées du pays.

La pluviométrie est caractérisée par des fluctuations tant du point de vue de la répartition intra-annuelle qu'en termes d'évolution interannuelle. La sécheresse frappant la région Ouest africaine a attiré l'attention des chercheurs, suite aux conséquences qu'elle a engendrées sur les rendements agricoles dans la sous-région en général et particulièrement au Sénégal. Même si elle reste spécifique du fait de sa durée et de sa sévérité, cette sécheresse n'est pas la première qu'a connue la sous-région ouest-africaine. Selon Mendy, (2018), ce phénomène de sécheresse s'est manifesté dans la région lors des années 1920. Ces dernières années, un débat important sur un retour ou non de la pluviométrie est souvent soulevé entre chercheurs. Si d'aucuns parlent de retour constaté de cette pluviométrie ces dernières années, d'autres évoquent une situation aléatoire de distribution ou de retard d'installation de cette dernière dans le temps et dans l'espace. Le traitement des pluies mensuelles et annuelles a été réalisé sur la base de la méthode des écarts à la moyenne interannuelle et sur la série 1971-2020. La méthode des écarts par rapport à la moyenne permet de déterminer l'excédent ou le déficit d'une année bien définie par rapport à la moyenne de la série. Le calcul de l'Indice Standardisé des Précipitations (ISP), ou en anglais Standardized Precipitation Index (SPI) créé par Mckee *et al.*, (1993) est effectué suivant la formule :  $SPI = (X_i - X_m) / S_i$  où  $X_i$  est le cumul de la pluie pour une année  $i$  ;  $X_m$  la moyenne annuelle des précipitations et  $S_i$  l'écart type des pluies annuelles observées pour une série donnée. Cette méthode a l'avantage de caractériser les excédents et déficits pour chaque année considérée. Cet indice indique l'austérité de la sécheresse en classes différentes.

Les valeurs négatives désignent une sécheresse, en rapport avec la période de référence indiquée et celles positives montrent une situation d'humidité.

L'analyse de la série climatologique montre que les stations pluviométriques de Bignona et d'Oussouye sont celles où nous avons enregistré plus d'années d'humidité extrême (4 années), comparées à Diouloulou et à Ziguinchor où nous avons 3 années extrêmement humides durant la période 1971-2020. L'année 2020 constitue l'année la plus extrêmement humide pour ces deux stations avec la plus grande valeur enregistrée à Oussouye. Alors que pour Ziguinchor, c'est plutôt 2015 qui est plus extrêmement humide et 1975 pour Diouloulou. Au même moment, ces deux stations (Bignona et Oussouye), restent encore les plus extrêmement sèches (3 années enregistrées) de la série en plus de celle de Diouloulou, comparées à la station de Ziguinchor où l'année 1980 est la seule extrêmement sèche. L'extrême sécheresse la plus élevée est notée partout en 1983 avec Oussouye en tête, suivi de Bignona et de Diouloulou. Les autres années extrêmement sèches sont respectivement 2002 pour la station d'Oussouye, 1980 à Bignona et 1984 à Diouloulou (tableau 2).

Tableau 2: Comparaison des ISP en fonction des stations pluviométriques dans la série 1971-2020

| Classes de l'ISP | Degré de la sécheresse | Stations pluviométriques (nombre d'ISP) |            |          |            |
|------------------|------------------------|---|------------|----------|------------|
|                  |                        | Bignona                                 | Diouloulou | Oussouye | Ziguinchor |
| ISP > 2          | Humidité extrême       | 4                                       | 3          | 4        | 3          |
| 1,50 < ISP < 2   | Humidité sévère        | 6                                       | 8          | 6        | 7          |
| 1 < ISP < 1,50   | Humidité modérée       | 13                                      | 14         | 13       | 12         |
| -1,50 < ISP < -1 | Sécheresse modérée     | 15                                      | 13         | 16       | 18         |
| -2 < ISP < -1,50 | Sécheresse sévère      | 9                                       | 9          | 8        | 9          |
| ISP < -2         | Sécheresse extrême     | 3                                       | 3          | 3        | 1          |

#### 1.4.1.1.1. Évolution interannuelle des précipitations en Basse-Casamance

L'analyse de l'évolution des précipitations en Basse-Casamance et particulièrement à Diouloulou révèle une variabilité interannuelle de 1971 à 2020. Elle est marquée par une succession de périodes déficitaires, normales et excédentaires par rapport à la moyenne de la série. L'analyse de l'évolution interannuelle des précipitations annuelles montre une variabilité à la fois temporelle, marquée par la succession des anomalies positives et négatives au cours des années, et spatiale avec l'augmentation des pluies du Nord au Sud de la Basse-Casamance. Elle est marquée par une prédominance de périodes sèches et se différencie dans toutes les stations de la Basse-Casamance. À la station pluviométrique de Bignona, nous avons trois phases importantes dans l'évolution des pluies interannuelles. La première période marquée par une prédominance d'anomalies négatives s'étend de 1971 à 1986.

Exceptées les années 1975, 1976, 1978 et 1986 où nous avons noté des anomalies positives, toutes les autres sont négatives, d'où le caractère déficitaire de cette période avec comme année charnière 1983. Au total, 12 années déficitaires sont enregistrées durant cette période. Cette période est aussi marquée par des années extrêmement sèches (1972, 1980 et 1983) dont les indices sont supérieurs à -2. Elle se particularise aussi par la longue succession des années déficitaires (de 1979 à 1984). L'on se retrouve alors avec des années très sèches à extrêmement sèches. La seconde période qui s'étend de 1987 à 2007, peut être considérée comme irrégulière au niveau de la station de Bignona. Nous remarquons une succession d'années excédentaires et d'années déficitaires. En effet, nous avons relativement 11 anomalies positives contre 10 qui sont négatives durant cette période. L'évolution de la courbe de tendance depuis 1993 jusqu'aux années 2000 marque un retour de la pluviométrie durant ces quelques années. Excepté les années 1988 et 1994 qui peuvent être considérées respectivement comme des années à humidité extrême et forte, toutes les autres années dont les anomalies sont positives peuvent être considérées comme modérément humides.

Pour les anomalies négatives, deux années sont classées dans une forte sécheresse (1991 et 2002), toutes les autres étant modérément sèches. La troisième période qui s'étend de 2008 à 2020 est majoritairement constituée d'années excédentaires, témoignées par l'accroissement de la courbe de tendance depuis 2008. Durant cette période, 5 années déficitaires dont trois se retrouvant dans une situation de forte sécheresse et deux considérées comme modérément sèches, sont notées. S'agissant des anomalies positives, nous avons au total huit années. Une humidité extrême est notée en 2015 et 2020, avec une valeur supérieure à 3 enregistrée en 2020 (figure 2).

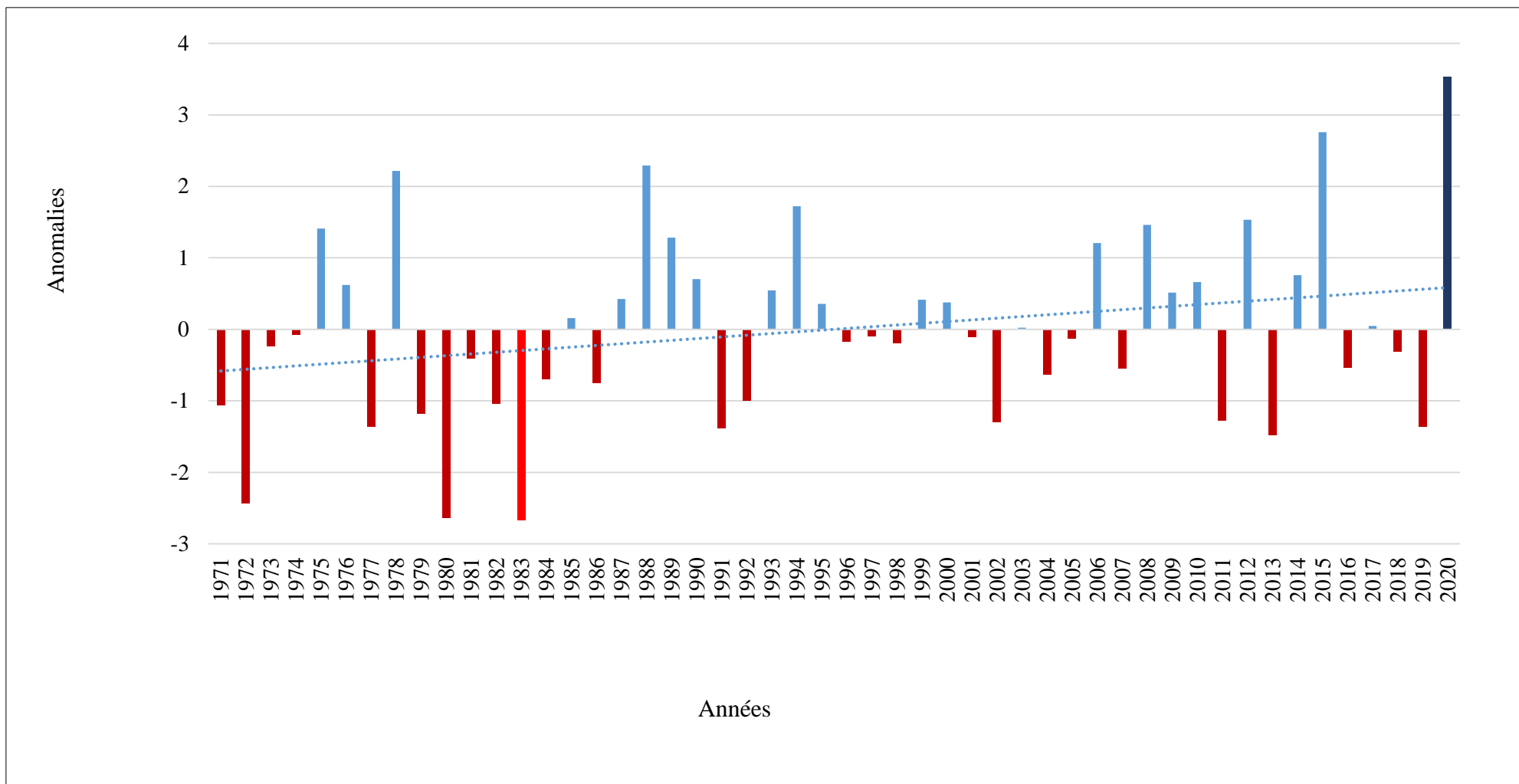


Figure 2: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Bignona de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

À la station de Diouloulou, trois périodes sont également notées dont la première s'étend de 1971 à 1987. C'est une période déficitaire où nous avons 12 anomalies négatives contre 5 qui sont positives. La période 1979-1984 enregistre le déficit le plus long avec la succession de 6 années sèches et une sécheresse extrême notée en 1983 et en 1984, dépassant l'indice -2, en plus de l'année 1972. Les années 1977, 1980 et 1986 sont frappées par une forte sécheresse contrairement aux années 1971, 1973, 1981, 1982 et 1987 où une sécheresse modérée a été notée. Malgré que cette période soit dominée par un déficit pluviométrique à la station de Diouloulou, il faut noter que la plus grande anomalie positive y est enregistrée, en 1975 où elle dépasse largement l'indice 2, correspondant à une humidité extrême. La seconde période est caractérisée par une succession d'années excédentaires et déficitaires marquant ainsi son irrégularité comme le cas de la station pluviométrique de Bignona. C'est une période marquée par un nombre égal de part et d'autres des anomalies positives et négatives (10 années). La zone de Diouloulou a été frappée par une forte sécheresse pendant cette période, avec des anomalies standardisées dépassant -1, et enregistrées dans les années (1991, 1995, 1996, 2001, 2002 et 2006). Cette persistance du déficit pluviométrique a occasionné l'abandon de beaucoup de parcelles voire des rizières entières comme c'est le cas à Kafountine (Mendy, 2018), obligeant bon nombre d'exploitants agricoles à se reconverter dans l'arboriculture et le maraîchage.

Cette même situation est observée dans presque tous les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo où l'activité horticole a commencé à s'installer dans les années 1980, pour prendre une forte ampleur vers les années 2000-2004. Nous pouvons noter aussi le retour pluviométrique observé durant les années 1999-2000 comme le montre la courbe de tendance. De plus, des anomalies positives importantes ont été enregistrées dans les années 1989-1990, faisant d'elles des années à forte humidité. La dernière période allant de 2008 à 2020 est marquée dans sa globalité par la prédominance d'anomalies positives, excepté les années (2011, 2014 et 2019) frappées par une sécheresse modérée. C'est une période excédentaire où la courbe de tendance est supérieure à la moyenne, avec une humidité extrême enregistrée en 2009 et en 2012, et une forte humidité pluviométrique notée en 2008, 2013 et 2020. Les années 2010, 2015, 2016, 2017 et 2018 sont sanctionnées par une humidité modérée à Diouloulou (figure 3).



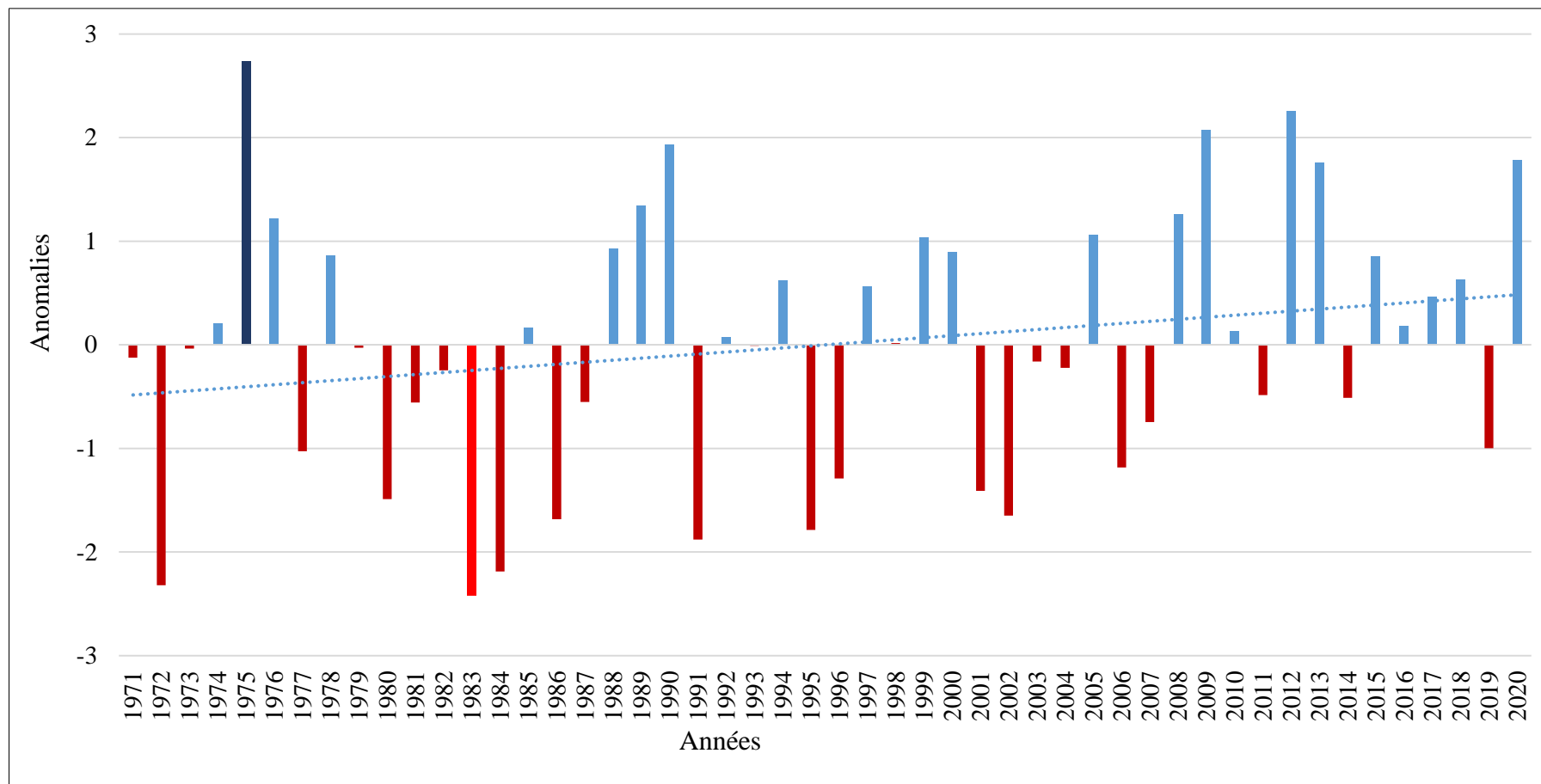


Figure 3: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Diouloulou de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

L'analyse pluviométrique au niveau de la station d'Oussouye montre la succession de trois périodes. Globalement humide à l'exception de trois années (1971, 1972 et 1977), la première période s'étend de 1971 à 1979. Une sécheresse sévère a été notée dans la zone d'Oussouye respectivement en 1972 dépassant -2, et en 1977. En revanche, six anomalies positives sont enregistrées dans cette station durant cette période avec une humidité extrême notée en 1976.

Les années 1975 et 1978 ont été marquées par une forte humidité alors que les années (1973, 1974 et 1979) sont modérément humides.

Une longue sécheresse a secoué le département d'Oussouye à partir de 1980 jusqu'en 2007 marquant ainsi la seconde période de la série, à l'exception de quelques années humides. Ces années sont entre autres, (1988, 1991, 2000 et 2001) où nous avons une humidité modérée, 1989 et 1997 qui sont deux années marquées par une forte humidité, et l'année 1999 qui se singularise avec une humidité extrême dont l'anomalie dépasse 2. C'est lors de ces années 1999-2000 qu'un retour pluviométrique a été noté, vu que la courbe de tendance s'accroît progressivement durant ces années. Cette période est précédée par une autre plus longue, qui s'étend de 1980 à 1987 marquant ainsi huit années sèches, avec une sécheresse extrême notée en 1983. À l'exception des années 1986 et 1992 où nous avons une forte sécheresse, toutes les autres années sont frappées par une sécheresse modérée. Durant la dernière phase sèche de cette période (2002-2007), une forte sécheresse avait frappé les années 2003, 2004, 2005 et 2007, tandis que celle de 2002 a été secouée par une sécheresse extrême. La dernière période qui s'étend de 2008 à 2020 est caractérisée par une pluviométrie excédentaire hormis quatre années modérément sèches (2011, 2016, 2018 et 2019). C'est durant cette période où deux années (2008 et 2020) ont subi une humidité extrême dont les anomalies dépassent respectivement 3 et 4, avec la courbe de tendance qui est croissante depuis 2013 jusqu'en 2020 (figure 4).

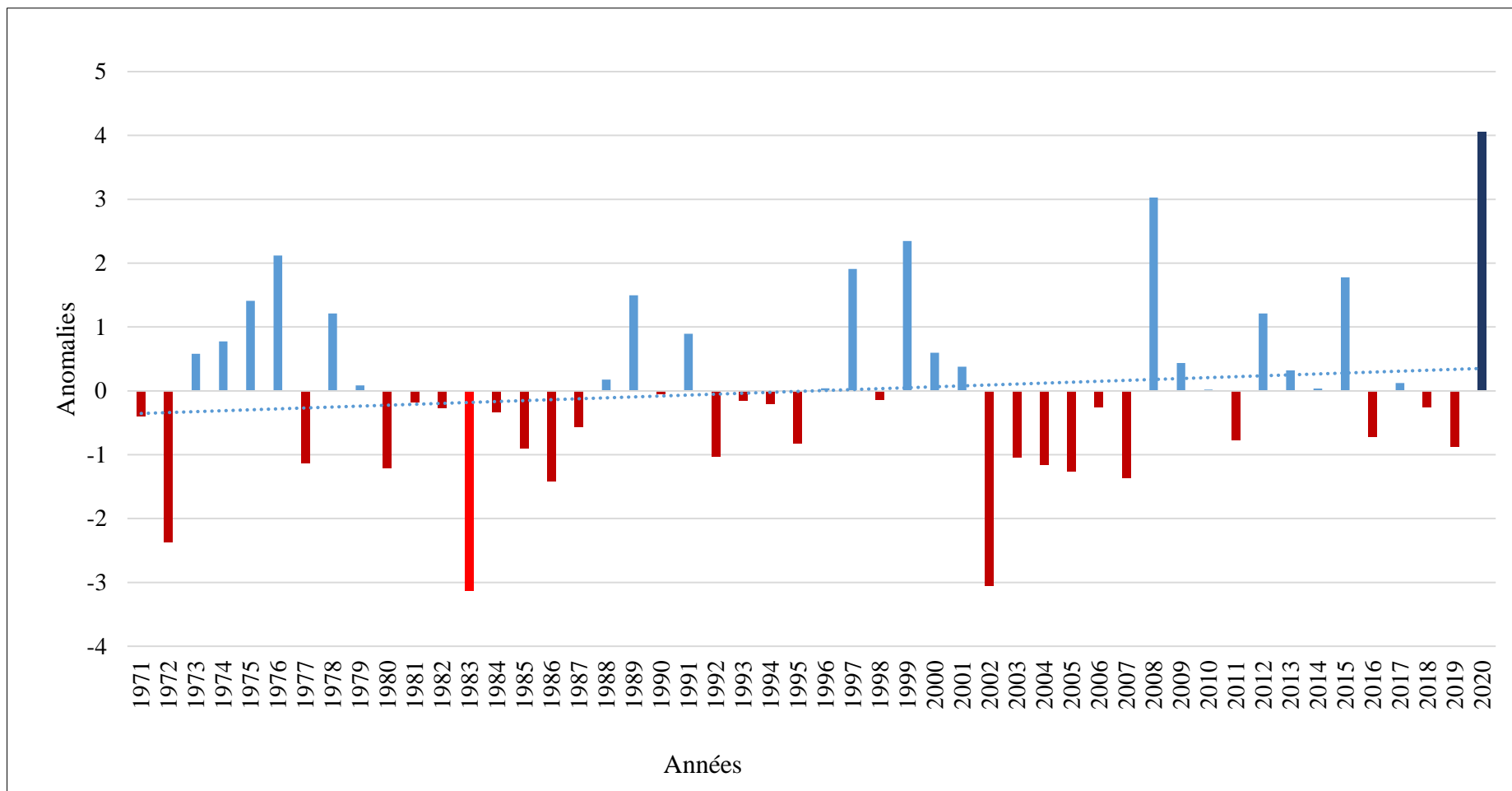


Figure 4: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Oussouye de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

À la station synoptique de Ziguinchor, l'évolution de la pluviométrie est caractérisée par la succession de deux grandes périodes.

La période 1971-1998 est marquée dans sa globalité par des années déficitaires qui se caractérisent par des anomalies négatives importantes. Cette phase de déficit pluviométrique est témoinnée par la sévérité des anomalies négatives avec la succession de 2 à 5 années, comme c'est le cas de 1986 à 1990. Les périodes 1972, 1977, 1982-1983, 1986-1987 et 1992, sont marquées par une forte sécheresse comme le montre la figure 5. La seule extrême sécheresse qu'a connue la zone de Ziguinchor est enregistrée en 1980. Ce long déficit pluviométrique se justifie par la continuité de la sécheresse de la fin des années 1960, avec la courbe de tendance qui reste en deçà de 0 durant toute cette période. Seules deux années (1978 et 1981) ont enregistré une forte humidité comparée à une humidité modérée reçue dans les années 1975, 1985, 1991 et 1993. La seconde phase se voit dominée par une évolution pluviométrique excédentaire. Elle a débuté en 1999 qui marque un retour pluviométrique partout en Basse-Casamance avec une humidité extrême notée à Ziguinchor. La période 1999-2001 est suivie par une forte sécheresse notée en 2002 dont l'anomalie dépasse -1,5 et une sécheresse modérée observée entre 2003 et 2004. En plus de ces trois années sèches, existent trois autres encore déficitaires (2007, 2018 et 2019). À partir de 2008 jusqu'en 2017, Ziguinchor a enregistré des pluviométries excédentaires avec une humidité extrême notée en 2015 dont l'anomalie dépasse largement 3. Toutes les autres années sont sanctionnées par une forte humidité à une humidité modérée, d'où l'évolution de la courbe de tendance observée à cet effet. En réalité, l'année 2015 n'est pas la seule à être caractérisée par une humidité extrême au niveau de la station de Ziguinchor. Cette humidité extrême est aussi notée en 2020 comme dans les autres stations pluviométriques départementales (Bignona et Oussouye) (figure 5).

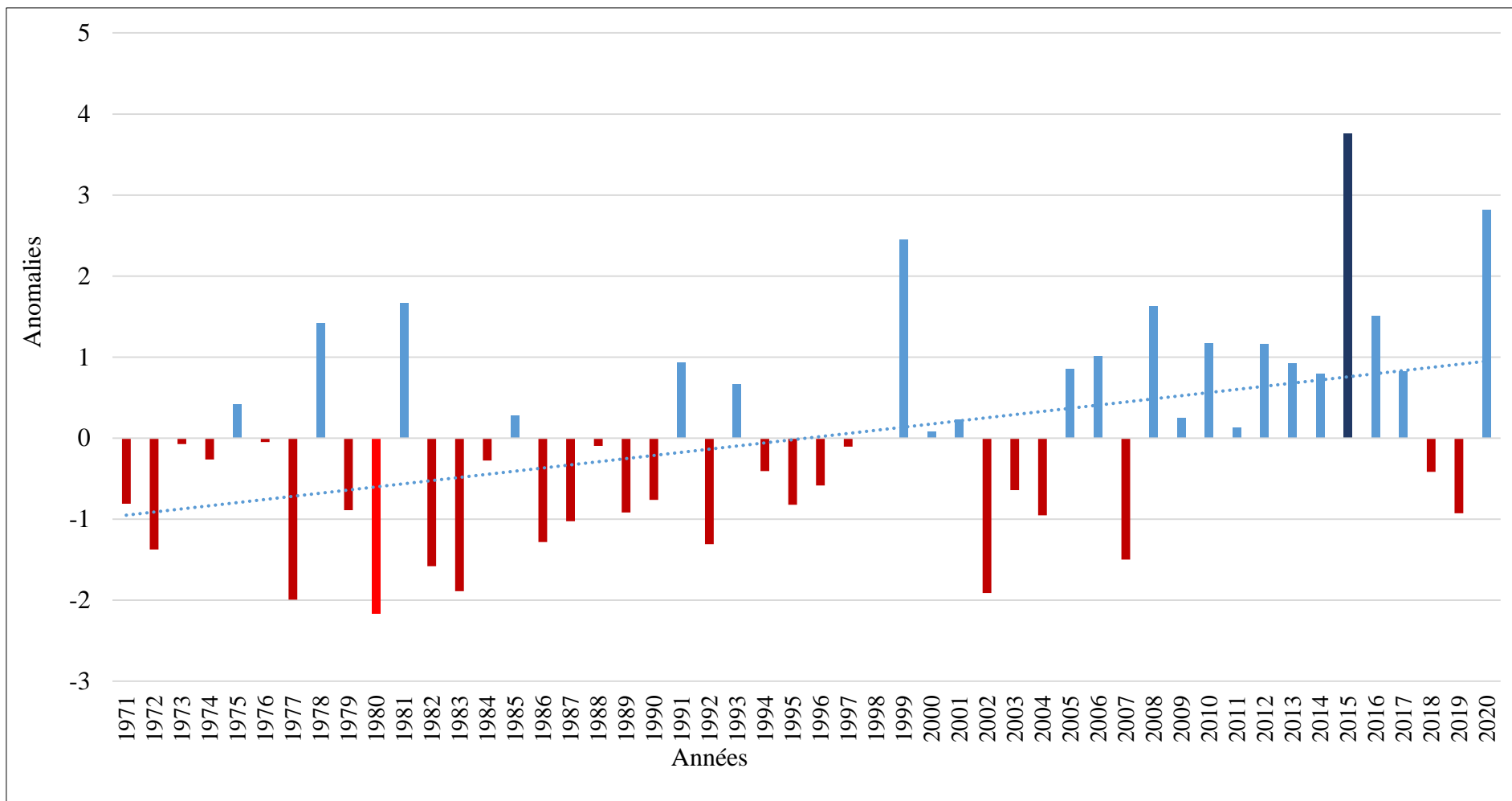


Figure 5: Évolution interannuelle de la pluviométrie standardisée à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

De façon générale, la pluviométrie est caractérisée par une succession d'années sèches et d'années humides en Basse-Casamance de 1971 à 2020. Les stations de Bignona et d'Oussouye enregistrent chacune 27 années déficitaires soit 54% des années sèches, au moment où il y'a un équilibre à Diouloulou (50%) et plus d'années déficitaires à Ziguinchor (28 années) soit 56%. A l'échelle interannuelle, les années modérément sèches ne sont pas toujours accompagnées d'une diminution de la courbe de tendance pluviométrique. C'est le cas à la station de Bignona entre les années (1996-1998 ; 2001-2002) ; à Diouloulou (1981-1983 ; 2014 et 2019) ; à Oussouye (1981-1982 ; 1998 ; 2016 ; 2018-2019) ; à Ziguinchor (2018-2019), où la pluviométrie est au-dessus de la moyenne malgré le déficit. *Si le consensus s'est dégagé au sein de la communauté scientifique au sujet de la période 1951-1967 et de la sécheresse des années 1970 et 1980, la situation actuelle (surtout depuis des années 1990) semble difficile à qualifier* (Sané, 2017). Contrairement à un retour timide noté en 1999, un déficit sévère a été enregistré en 2002 presque partout en Basse-Casamance, avec une anomalie de -1,29 à Bignona ; -1,64 à Diouloulou ; -3,04 à Oussouye ; -1,91 à Ziguinchor. La situation telle que nous le constatons aujourd'hui, semble correspondre à une variabilité interannuelle de la pluviométrie plutôt que de période sèche ou humide en Basse-Casamance.

La pluviométrie est un paramètre qui peut contribuer à la contamination des compartiments de l'environnement à travers l'infiltration des eaux, les ruissellements de celles-ci vers les eaux de surfaces, etc. Selon certains exploitants agricoles, s'il pleut après épandage des cultures, l'agriculteur est appelé à refaire une deuxième pulvérisation. Cette pratique peut augmenter les risques de pollution environnementale et sanitaire des usagers.

#### **1.4.1.1.2. Évolution décennale de la pluviométrie en Basse-Casamance**

Dans notre étude, nous avons également déterminé les moyennes interannuelles des pluies décennales et le comportement de la pluviométrie à travers des normales climatiques. L'analyse des précipitations décennales montre globalement le caractère déficitaire des décennies 1971-1980 et 1981-1990 où les moyennes pluviométriques décennales sont inférieures à la moyenne de la série dans presque toutes les stations de la Basse-Casamance. Pendant ce temps, la station pluviométrique d'Oussouye a enregistré 1060 mm plus que la moyenne de la série dans ladite station (1042,36 mm) lors de la décennie 1971-1980. Le tableau 3 nous renseigne des informations détaillées des caractéristiques des pluies décennales. Ces pluies décennales varient d'une station à une autre, et du Nord au Sud de la Basse-Casamance suivant le gradient pluviométrique. Les stations de Diouloulou et de Bignona qui sont plus septentrionales ont les précipitations décennales les plus faibles et une irrégularité en fonction des décennies est notée dans presque toutes les stations pluviométriques de la région.

Les moyennes de la série à Bignona et à Diouloulou sont respectivement de 913,92 mm et 896,6 mm et les moyennes décennales n'ont jamais atteint 1000 mm durant la période 1971-2020. En revanche dans les stations plus méridionales d'Oussouye et de Ziguinchor, nous avons des moyennes décennales supérieures à 1000 mm sauf pour les décennies (1981-1990 et 2001-2010) à la station d'Oussouye et celles de (1971-1980 et 1981-1990) au niveau de Ziguinchor, avec des moyennes de la série supérieure aussi à 1000 mm dans toutes les deux stations. La décennie 2011-2020 a enregistré une pluviométrie relativement plus importante dans toutes les stations de la région de la Basse-Casamance avec plus de 1300 mm reçues à la station synoptique de Ziguinchor et plus de 1100 mm à la station d'Oussouye. Même si les pluviométries n'atteignent pas les 1000 mm au niveau des stations se situant dans la partie septentrionale de la région, les pluies enregistrées lors de la dernière décennie 2011-2020 sont largement au-dessus des moyennes pluviométriques de la série, qui sont de 913,92 mm à Bignona et 896,6 mm à Diouloulou (tableau 3).

Tableau 3: Caractéristiques moyennes des pluies décennales en Basse-Casamance (1971-2020)

| Décennies/Stations         | Bignona       | Diouloulou   | Oussouye       | Ziguinchor    |
|----------------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| <b>1971-1980</b>           | 842,6         | 896,4        | 1060           | 965,4         |
| <b>1981-1990</b>           | 903,5         | 842,4        | 958,9          | 963,2         |
| <b>1991-2000</b>           | 922,7         | 867,4        | 1097,9         | 1110,1        |
| <b>2001-2010</b>           | 931,5         | 882,4        | 973,4          | 1094,1        |
| <b>2011-2020</b>           | 969,3         | 994,4        | 1121,6         | 1364,2        |
| <b>Moyenne de la série</b> | <b>913,92</b> | <b>896,6</b> | <b>1042,36</b> | <b>1099,4</b> |

(Source : données ANACIM)

Une normale c'est une période de 30 ans qui sert de référence dans une étude en climatologie, à travers une analyse des données statistiques enregistrées pendant de ce temps précis. Ces statistiques usuelles sont calculées à partir des normales climatiques qui sont définies par l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) (1901-1930 ; 1931-1960 ; 1961-1990 ; 1991-2020).

À partir de la période définie dans le cadre de cette étude (1971-2020), nous avons défini les normales climatiques suivantes sur la base de la précédente définition de l'OMM : 1971-2000 ; 1981-2010 et 1991-2020.

L'analyse de l'évolution des pluies annuelles par rapport à des normales définies, nous a permis de déceler leur variabilité et leur disparité spatiale et temporelle (tableau 4), avec des irrégularités notées au niveau des stations de Diouloulou et d'Oussouye et une évolution croissante à Bignona et à Ziguinchor.

Tableau 4: Caractéristiques moyennes des pluies selon les normales en Basse-Casamance (1971-2020)

| <b>Normales /Stations</b> | <b>Bignona</b> | <b>Diouloulou</b> | <b>Oussouye</b> | <b>Ziguinchor</b> |
|---------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| <b>1971-2000</b>          | 889,6          | 868,73            | 1038,93         | 1012,9            |
| <b>1981-2010</b>          | 919,23         | 864,06            | 1010,06         | 1055,8            |
| <b>1991-2020</b>          | 941,16         | 914,73            | 1064,3          | 1189,46           |

(Source : données ANACIM)

#### **1.4.1.1.3. Évolution mensuelle des précipitations en Basse-Casamance**

L'analyse des pluies moyennes mensuelles et annuelles notées entre 1971-2020 au niveau des stations de Bignona, Diouloulou, Oussouye et Ziguinchor est riche d'enseignements comme le montre la figure 6.



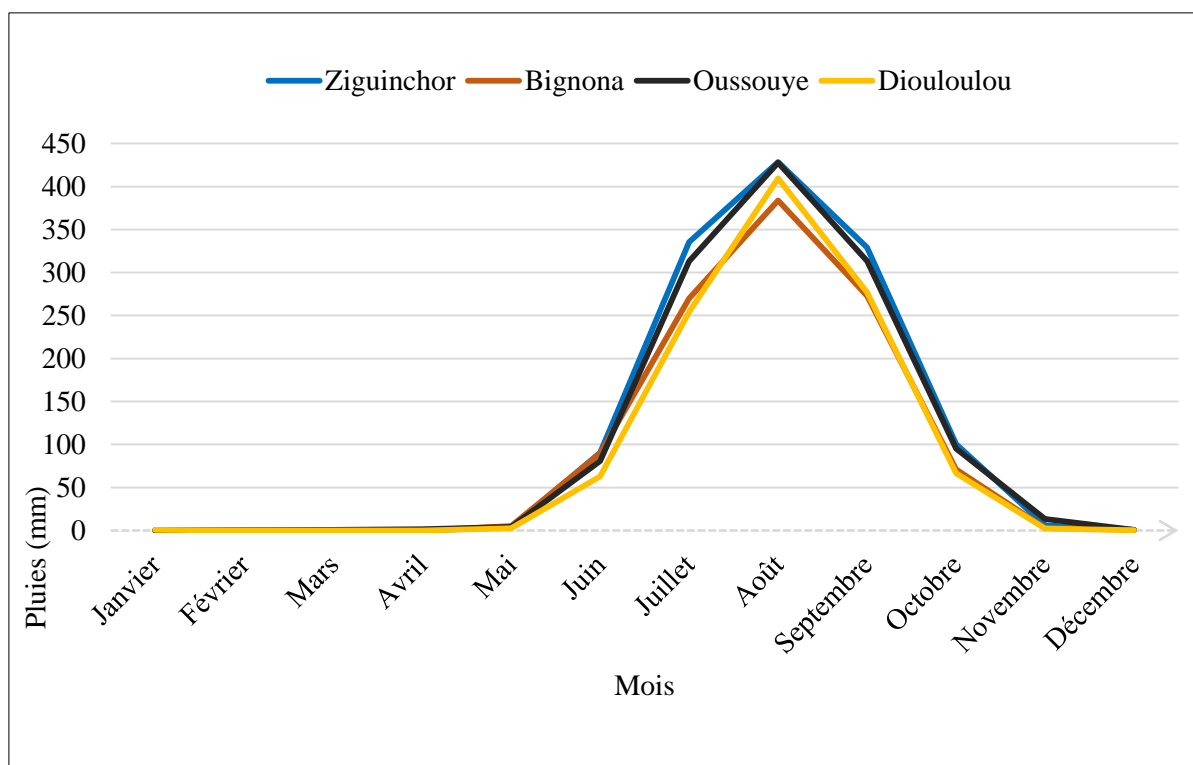


Figure 6: Évolution moyenne mensuelle de la pluviométrie en Basse-Casamance de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

Les moyennes mensuelles enregistrées indiquent que la saison des pluies se déroule globalement entre les mois de juin et d'octobre, les apports des mois de mai et de novembre étant négligeables. Les totaux mensuels pluviométriques les plus importants sont reçus entre juillet et septembre, le mois d'août étant le plus pluvieux partout dans les stations de la Basse-Casamance avec plus de 400 mm enregistrées à Diouloulou, Oussouye et Ziguinchor. Les volumes mensuels sont fonction de la latitude (figure 6). Les stations de Bignona et de Diouloulou qui sont dans la partie septentrionale de la région sud, ont des quantités pluviométriques moyennes mensuelles les plus faibles alors que Ziguinchor et Oussouye sont les localités les plus arrosées durant cette période.

Au-delà de la pluviométrie qui est souvent considérée comme le principal paramètre influant des activités agricoles, existent d'autres paramètres climatiques tels que la température, l'évaporation, ainsi que l'humidité relative, qui ont des influences considérables sur les conditions climatiques en milieu tropical, et qui peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine suite à l'usage des pesticides.

### 1.4.1.2. Les températures

Tout comme la pluviométrie, la température constitue un paramètre important dont l'influence directe sur l'activité agricole est considérable. Elle joue un rôle déterminant dans l'évaporation des eaux de surface, principalement dans les zones de culture où les sols sont souvent dépourvus de couvert végétal. L'analyse de ce paramètre s'est faite sur la base des données de la seule station synoptique de Ziguinchor, et qui est plus proche de la zone d'étude. Les valeurs maximales moyennes des températures les plus élevées sont de 36,4°C, 36,7°C, 37,9°C et 38°C, enregistrées entre les mois de Février et Mai, durant la même période étudiée pour le cas de la pluviométrie. Le Maximum principal est observé au mois d'Avril, alors que la moyenne la plus élevée est reçue au mois de Juin (29,4°C). Le maximum le plus faible est noté au mois d'Août qui constitue le mois le plus pluvieux dans la région. S'agissant de la température minimale moyenne la plus faible, elle a été observée au mois de Janvier dans notre série (17,1°C). De façon générale, les températures maximales moyennes augmentent progressivement depuis le mois de Janvier pour atteindre leur pic en Avril, avant de baisser progressivement jusqu'au mois le plus pluvieux (Août), pour ensuite augmenter à nouveau à partir du mois d'Octobre. De cette même manière, les températures minimales moyennes évoluent aussi progressivement depuis Janvier pour atteindre leur pic cette fois-ci au mois de Juin et diminuer progressivement jusqu'en Décembre comme le montre la figure 7.

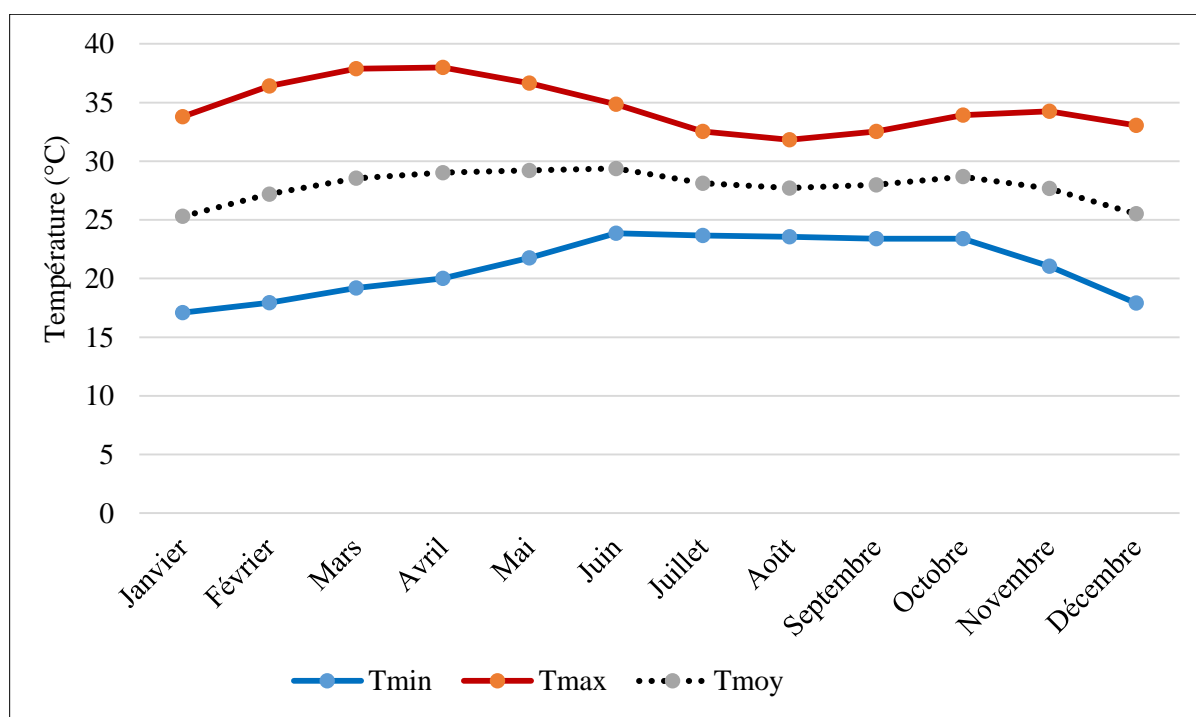


Figure 7: Températures moyennes mensuelles en Basse-Casamance de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

Pour mieux effectuer des analyses sur ces paramètres climatiques, nous les avons aussi traités en fonction des décennies afin de mieux percevoir leurs caractéristiques dans le temps. En effet, ce paramètre thermique varie peu dans le temps et se voit augmenter pendant ces dernières décennies. Cette augmentation est conjuguée au réchauffement climatique qui constitue une préoccupation majeure pour toute la communauté internationale. Selon les scientifiques, ce réchauffement est lié à l'augmentation de plus en plus des émissions de gaz à effet de serre, qui sont généralement provoqués par les activités humaines avec surtout le développement des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). Ainsi, dans la zone tropicale humide qui couvre en général les régions équatoriale et subéquatoriale (golfe de Guinée, Amazonie etc.), les risques climatiques sur la santé humaine s'appréhendent à travers trois éléments : la température, l'humidité et les précipitations (Mbaye, 2005). Le maximum des températures moyennes est enregistré au mois de Juin et varie entre 28,5°C, 28,9°C, 29,3°C, 29,7°C et 30,4°C durant les décennies respectivement (1971-1980 ; 1981-1990 ; 1991-2000 ; 2001-2010 et 2011-2020). La dernière décennie bat donc le record durant ce mois de Juin alors que la valeur de température moyenne la moins élevée est enregistrée au mois de Décembre pendant la première décennie de notre série.

Comme lors de la précédente analyse, nous constatons que les températures moyennes étudiées durant les 5 décennies de notre étude évoluent progressivement de Janvier à Juin, pour descendre jusqu'au mois d'Août, avant de remonter à nouveau jusqu'en Octobre et diminuer progressivement jusqu'au mois de Décembre comme le montre la figure 8 ci-dessous.

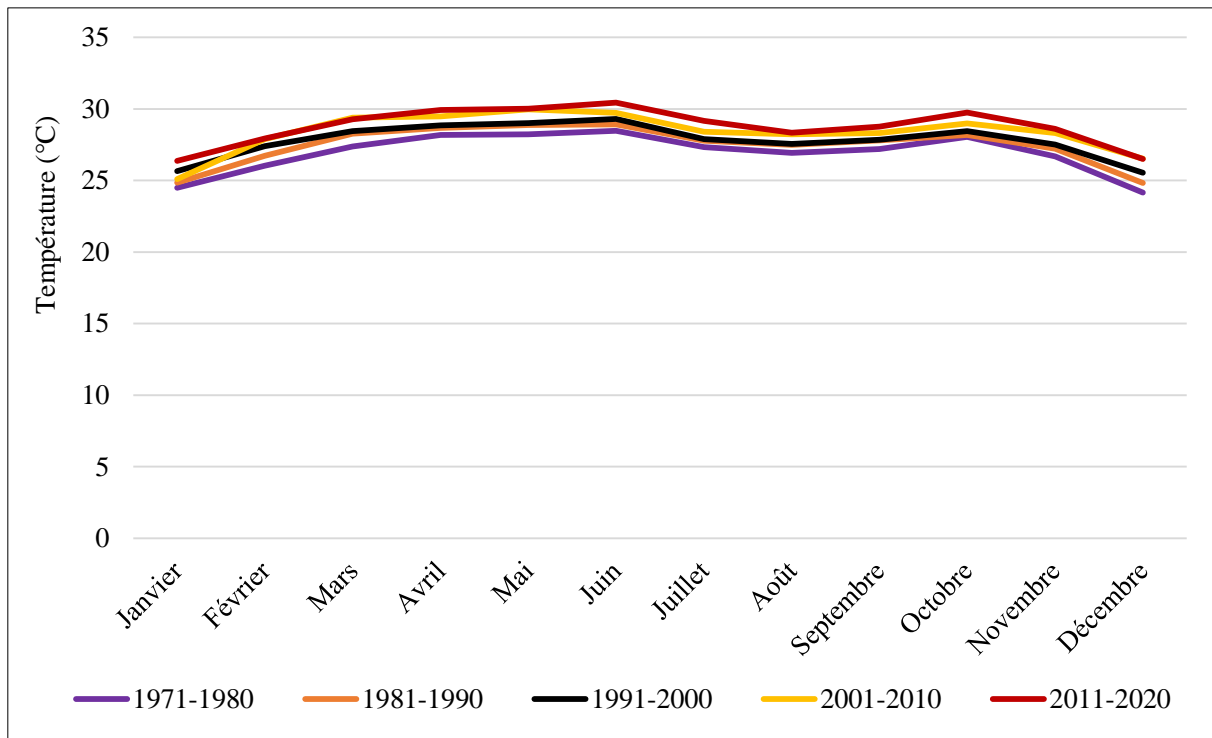


Figure 8: Températures moyennes mensuelles des différentes décennies en Basse Casamance de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

### 1.4.1.3. L'évaporation

Les termes évaporation et évapotranspiration désignent tous deux, des pertes en eau par retour direct à l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Ces pertes comportent l'évaporation des nappes d'eau libre, des lacs, des cours d'eau, du stockage de surface dans les cavités naturelles de sol, l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et la transpiration des végétaux. Ces eaux, s'ils sont contaminés par les pesticides, peuvent être source de pollution de l'air et favorable à l'exposition de la population et des animaux. On entend par évaporation donc, les pertes en eau subies sous forme de vapeur d'eau par les nappes d'eau libre. Cette perte d'eau augmente de manière considérable de janvier à mars, avant de voir sa chute jusqu'au mois d'Août, connu pour être le mois le plus pluvieux. Cette perte d'eau va ensuite augmenter progressivement jusqu'au mois de Décembre avec une évaporation dont la valeur moyenne est de 3,35 mm durant la période 1971-2020 à Ziguinchor.

Les mois où la valeur de l'évaporation est relativement faible (de juillet à octobre), correspondent en réalité à la période d'hivernage en Basse-Casamance (figure 9).

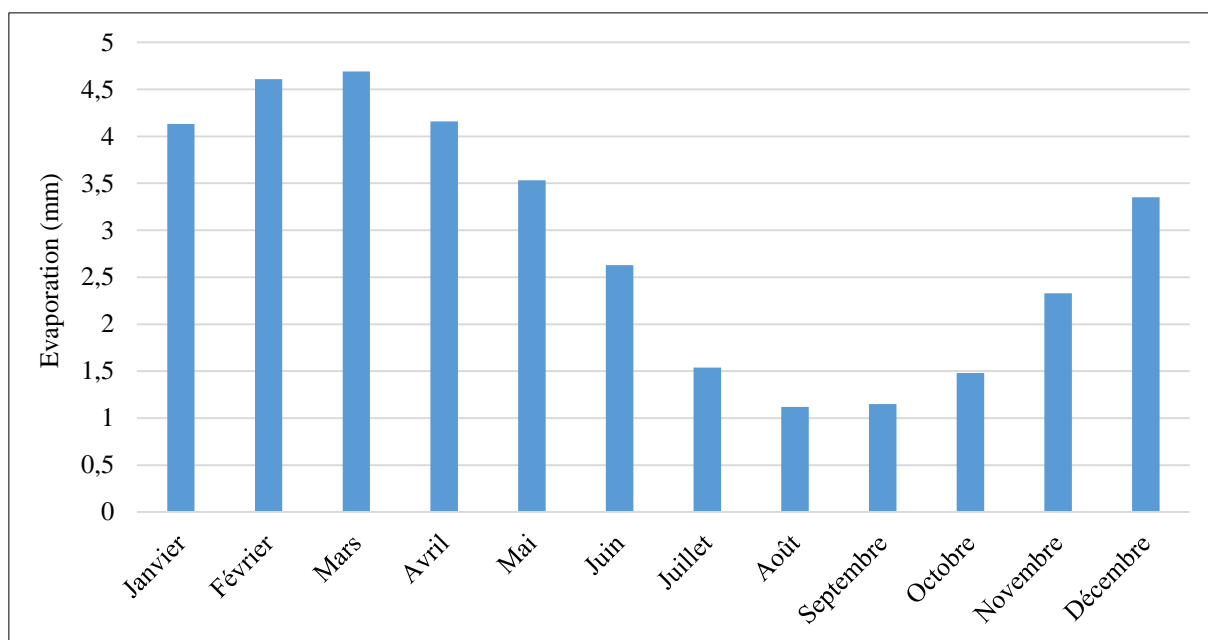


Figure 9: Évaporation moyenne à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

#### 1.4.1.4. L'humidité relative

L'humidité relative peut être définie comme étant la proportion entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la capacité d'absorption de celui-ci à une température donnée. En d'autres termes, c'est le rapport de la quantité d'humidité réellement présente dans l'atmosphère sur la plus grande quantité de vapeur possible dans l'air, à la même température (Encarta, 2008). Elle constitue donc un paramètre climatologique essentiel dans ce contexte précis de changement global où la pluviométrie n'est plus régulière, et leurs conséquences sont perçues sur la récolte des cultures chez les exploitants agricoles. Certaines spéculations comme le riz cultivé dans les bas-fonds, n'arrivent plus à maturation à cause de l'insuffisance de la pluviométrie (Mendy, 2018). Cette humidité est donc nécessaire pour les cultures à cycles long, surtout dans cette espace où la pluie ne dure que trois mois, étant donné que la croissance de ces cultures est assurée par l'humidité à la fin de la saison des pluies. Pendant l'hivernage qui s'étend généralement de juillet en octobre en Basse-Casamance, la valeur de l'humidité avait atteint 81,7% ; 84,7% ; 83,3% et 80% respectivement en juillet, août, septembre et octobre de la période 1971-2020 à Ziguinchor.

L'importance de l'humidité en cette période pourrait s'expliquer par la présence de la mousson (vent tiède et humide) qui balaie une bonne partie de la région sud du pays. L'humidité relative moyenne la plus faible durant cette période est notée entre les mois de janvier et d'avril où les valeurs sont inférieures à 60% (figure 10).

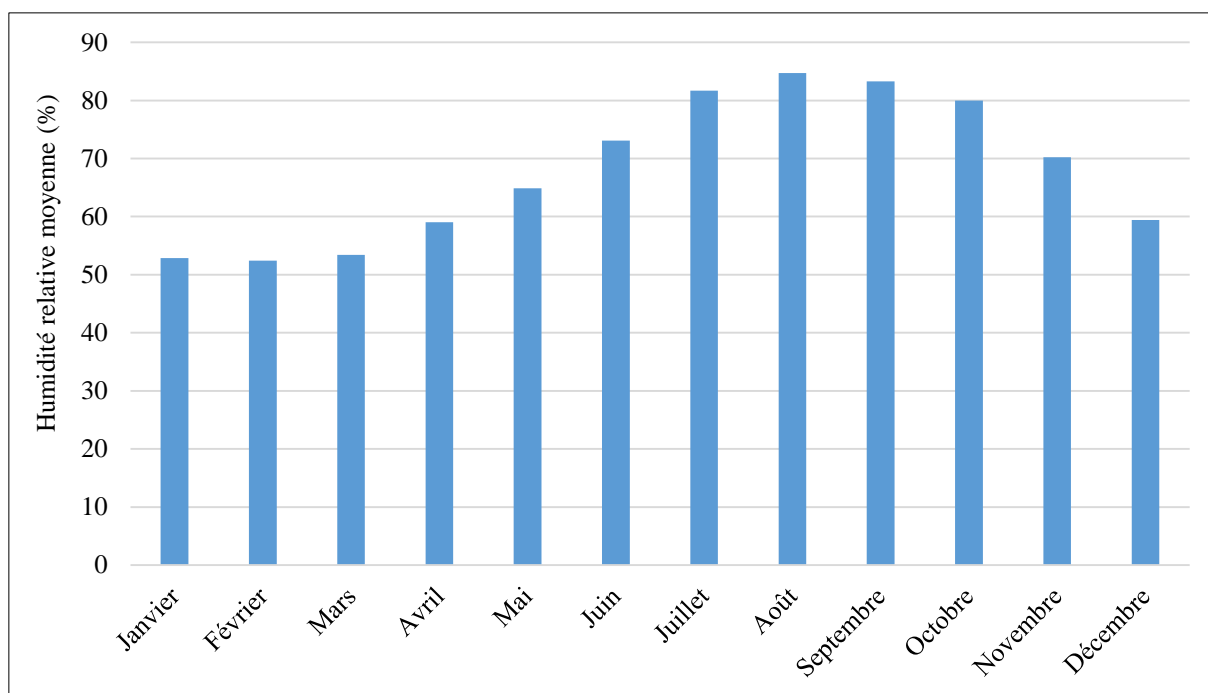


Figure 10: Humidité relative moyenne mensuelle à Ziguinchor de 1971 à 2020 (*Source : données ANACIM*)

Un paradoxe a été noté dans le cadre de l'analyse de ce paramètre de l'humidité relative de manière générale. En effet, certaines années sèches dont l'anomalie standardisée est négative ou faible, enregistrent une humidité relative supérieure même à celle de l'année la plus pluvieuse de la série à la station synoptique de Ziguinchor (en 2015). C'est le cas par exemple des années déficitaires (1987, 1989, 2002, etc.) où nous avons respectivement 70,6% ; 71,5% et 68,3% contre 67,8% en 2015. De plus, l'année 2017 qui est dans le lot des années humides même si la valeur de son anomalie est relativement faible, constitue l'année la moins humide de la série avec une valeur de 61,9%, suivie de l'année 1984 (64%) qui elle, est déficitaire (figure 11).

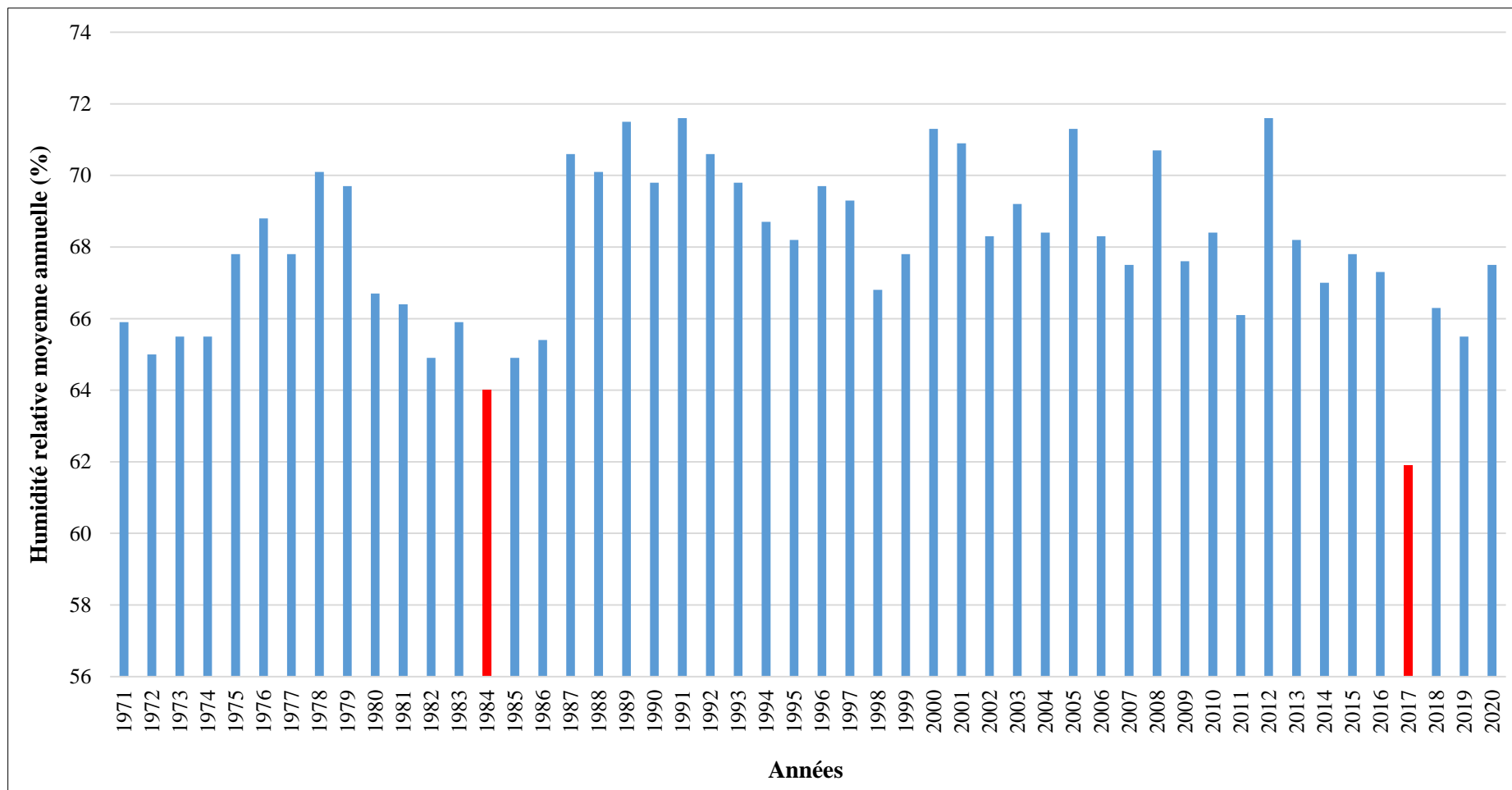


Figure 11: Humidité relative moyenne annuelle à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

L'air est saturé quand son humidité relative atteint les 100%. Exprimées en pourcentage, ces données d'humidité relative varient en fonction des saisons. Ceci étant, d'étroites relations existent entre cette humidité relative, la température (car influencée par les vents d'alizé et de mousson) et l'évaporation qui varie sensiblement avec la température à son tour. L'évolution mensuelle de ces paramètres climatiques révèle un caractère inverse. En effet, plus il fait frais, moins l'humidité est importante. Cette même évolution inverse se réalise aussi dans la variation mensuelle de l'humidité relative par rapport à celle de l'évaporation. L'hygrométrie moyenne mensuelle augmente avec la remontée du front intertropical (FIT), allant de 53,43% à 84,7% de mars à août, et diminue progressivement de 83,3% à 52,4%, du mois de septembre au mois de février ; montrant ainsi la différence des valeurs de l'humidité relative entre la saison des pluies et la saison sèche. Les moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées lors de la période 1971-2020 sont supérieures à 50%. Cette situation pourrait s'expliquer par le caractère humide de la Basse-Casamance en général et particulièrement notre zone d'étude, favorable à l'agriculture, principale activité économique dans la région. En revanche, ce caractère humide comme le démontrent nos illustrations (figure 12 et 13), ne doit pas occulter les difficultés que traverse le secteur.

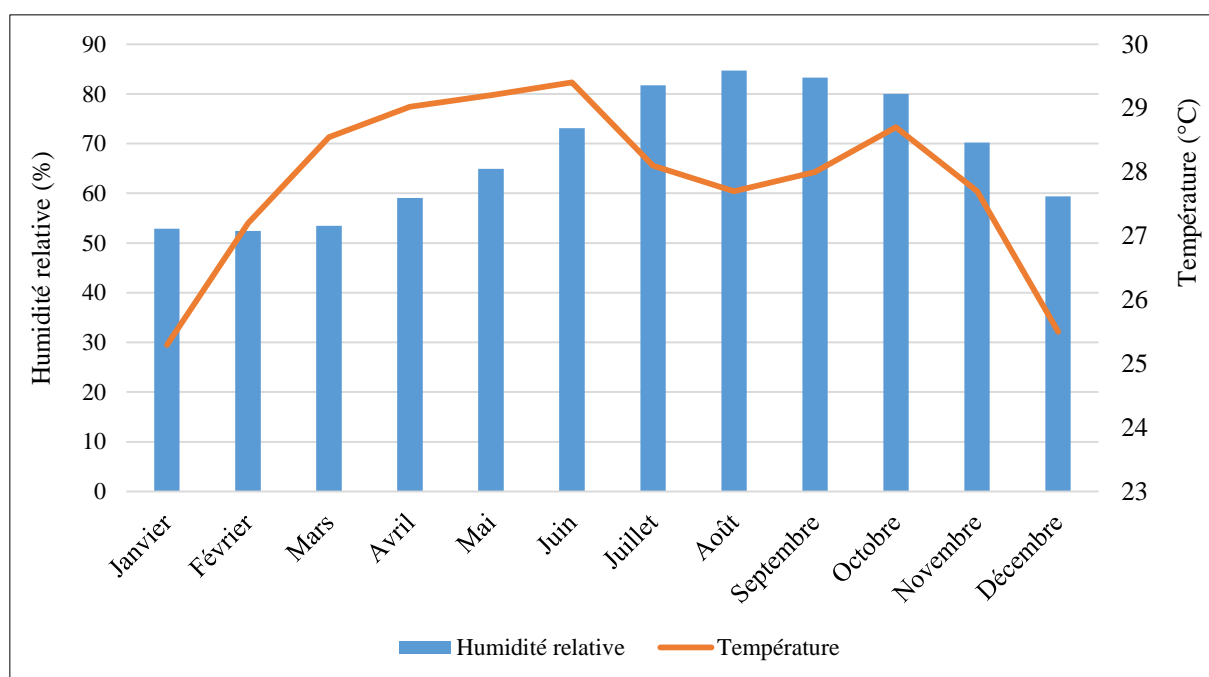


Figure 12: Évolution moyenne mensuelle de l'humidité relative et de la température à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)



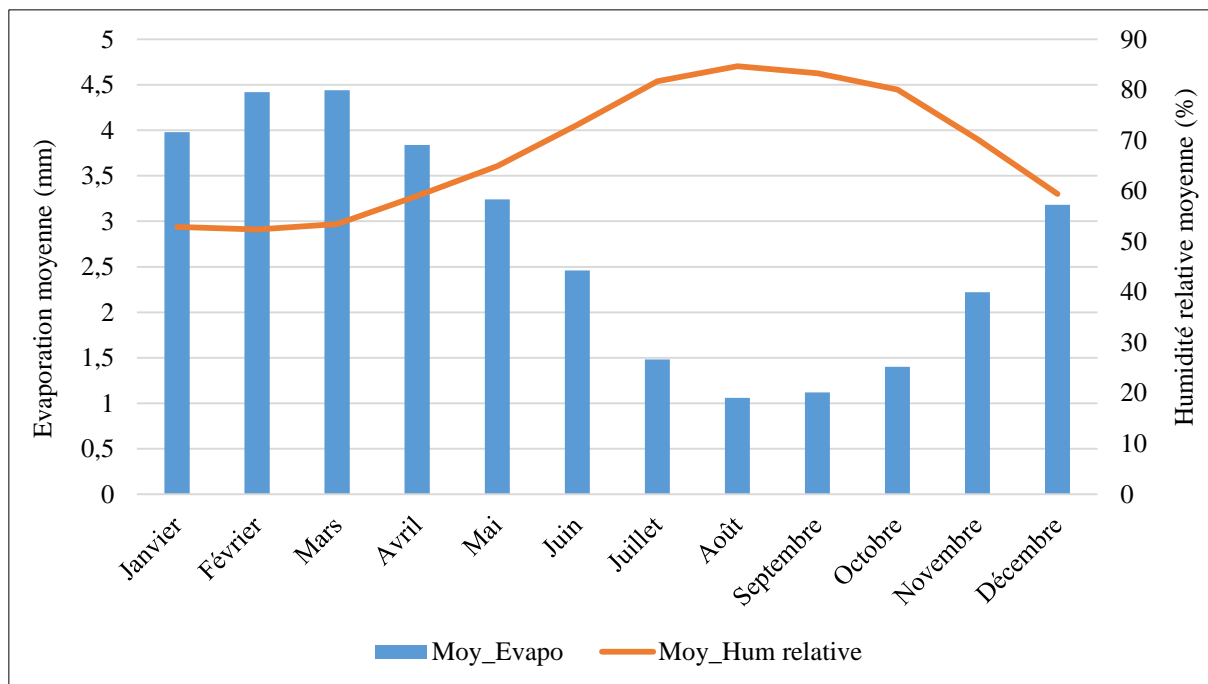


Figure 13: Évolution moyenne mensuelle de l'humidité relative et de l'évaporation à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

#### 1.4.1.5. La circulation et la direction des vents à Ziguinchor

Le vent est une force naturelle dont l'origine repose sur des mécanismes atmosphériques des différences de pression, résultant du mouvement de l'air. Ces mouvements se traduisent par des déplacements plus ou moins rapides des gaz qui composent l'atmosphère et des particules qui s'y trouvent en suspension (Kastendeuch, 2013). Selon Kastendeuch, le vent est une variable qui conditionne par exemple, la dispersion ou la concentration des polluants autour des sites industriels ou dans les villes. En agronomie, et dans le cas précis de notre recherche, l'étude de ce paramètre climatologique peut être axée sur la dispersion des particules de pesticides dans l'atmosphère et leurs conséquences éventuelles sur les écosystèmes et la santé humaine. Une analyse des caractéristiques des directions des vents ainsi que leurs vitesses semble importante puisque les cultures qui nécessitent l'usage des produits phytosanitaires sont pratiquées non loin des lieux d'habitations.

À Ziguinchor, le régime des vents est marqué par une variation de leurs directions en fonction des saisons. En effet, la circulation atmosphérique de l'air en surface en Basse-Casamance est essentiellement sous la dominance des vents de directions Nord, Nord-Est, Ouest et Sud-Ouest. Deux périodes composent la saison éolienne à Ziguinchor, et elles peuvent être séparées par des moments de rupture modifiant les directions des vents.

La première période intervient en saison sèche et s'étant de novembre à février avec comme directions dominantes Nord et Nord-Est. Ces vents peuvent être assimilés à l'alizé continental (l'harmattan), vents chauds et secs venant dans le quadrant Nord à Est. Les vents du Nord-Est l'emportent durant cette période avec une fréquence de 26,71% contre 18,54% noté au Nord. La fréquence cumulée des vents du Nord et du Nord-Est au courant de cette période est de 45,25% et est caractérisée par la circulation des vents d'alizé. La circulation des vents du Nord est plus notée en février (36%) et le record des vents du Nord-Est est enregistré en janvier (42%). Les autres directions (NNE, ENE et E) sont faiblement notées à cette période. Des changements de directions par rapport aux quatre mois étudiés ci-dessus, sont enregistrés durant les mois de mars et d'avril marquant ainsi une rupture. Ces deux mois sont plus marqués par les vents d'Ouest (61,22% en mars et 80% en avril), qui traduisent la circulation du flux de mousson, manifestant l'arrivée de l'hivernage dans cette partie sud du pays.

La seconde période marquant l'hivernage, s'étant de mai à septembre et est dominée par la circulation des vents de directions Sud-Ouest (10,02%) et Ouest (38,27%).

En d'autres termes, nous pouvons dire que les vents du quadrant Sud à Ouest dominent la circulation durant cette période à Ziguinchor.

La nette prédominance des vents d'Ouest durant cette saison éolienne, ainsi que l'importance des précipitations reçues en ce moment, indique le passage du flux de mousson dans cette zone méridionale. La prédominance de la circulation des vents du Sud-Ouest est notée au mois d'août avec une fréquence de 40% et celle des vents d'Ouest, au mois de mai (82%). Le mois d'octobre peut aussi être considéré comme un moment de transition vers la saison sèche vu la résurgence des vents d'Est et du Nord, malgré la prédominance de ceux d'Ouest (58%). En réalité, ceci marque la fin de l'hivernage et l'installation progressive de la saison sèche.

Globalement, l'analyse de la direction des vents ainsi que leurs fréquences, montre deux principales saisons éoliennes en Basse-Casamance. Une prédominance des vents d'Ouest (absents au mois de décembre) est notée dans la zone sud du pays durant ces 50 dernières années étudiées (1971-2020) (figure 14).

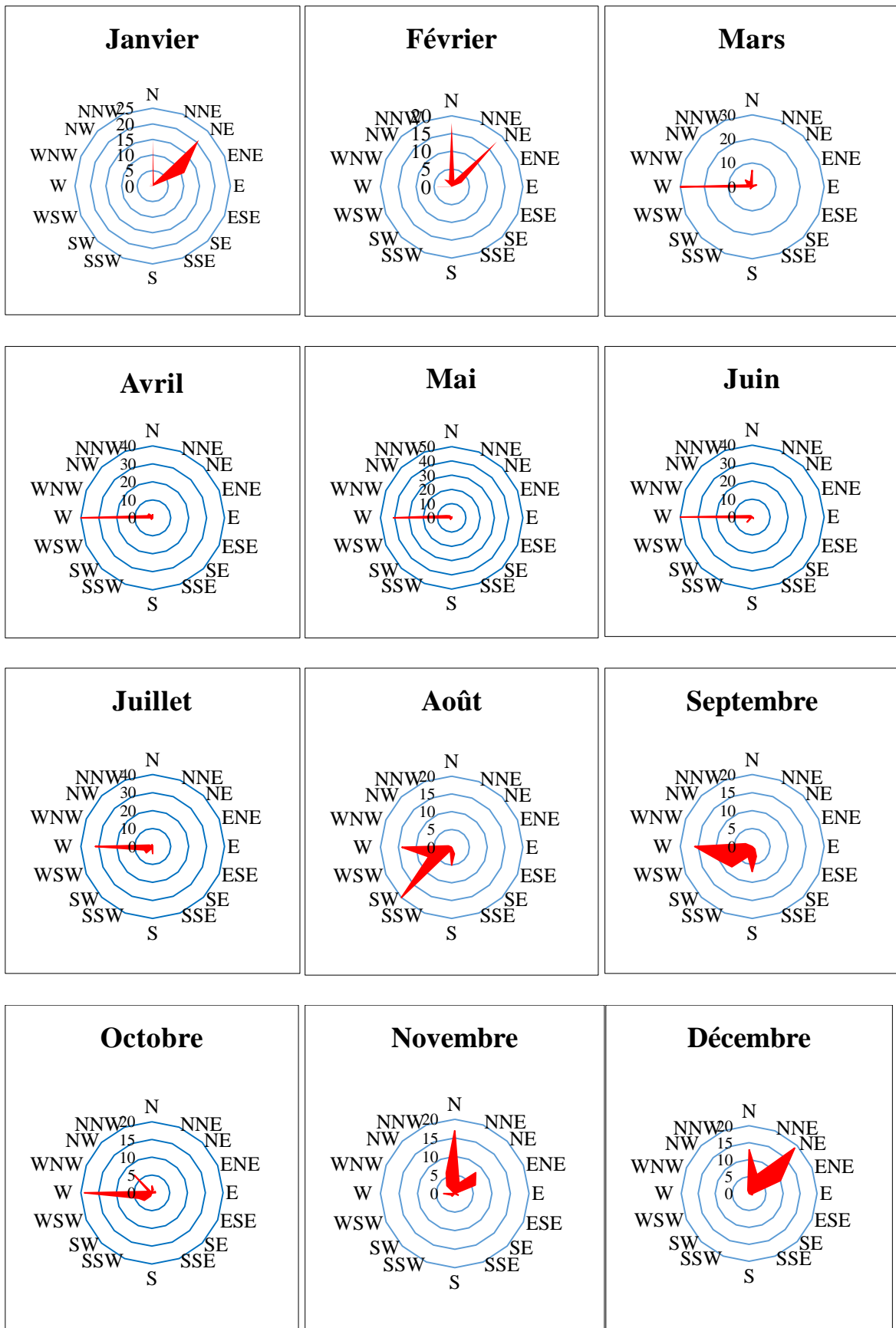


Figure 14: Direction des vents dominants au sol à Ziguinchor de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

#### 1.4.1.5.1. La vitesse des vents au sol à Ziguinchor

La vitesse des vents au sol est relativement faible à Ziguinchor, avec une valeur moyenne annuelle de 1,7 m/s durant la période 1971-2020. Ainsi, trois situations se présentent devant cette variation de la vitesse des vents dans cette étude. La première séquence qui s'étend de janvier à mai est marquée par l'importance des vitesses avec un maximum noté en avril et mai (2,14 m/s). Nous remarquons ensuite une diminution des vitesses dans la seconde phase qui s'étend de juin à octobre avec une vitesse minimale enregistrée en octobre (1,14 m/s). Les mois de novembre et décembre constituent la dernière séquence, enregistrant respectivement des valeurs des vitesses de 1,18 m/s et 1,52 m/s. La prédominance du flux d'alizé noté de janvier à mai est caractérisée par l'importance de la vitesse des vents. En revanche, la diminution des vitesses de vents notée entre juin et octobre est le résultat de la circulation de la mousson qui caractérise l'humidité importante de la zone. Cette forte humidité la rend lourde et retarde par conséquent son déplacement, d'où la forte diminution des vitesses durant cette période (figure 15).

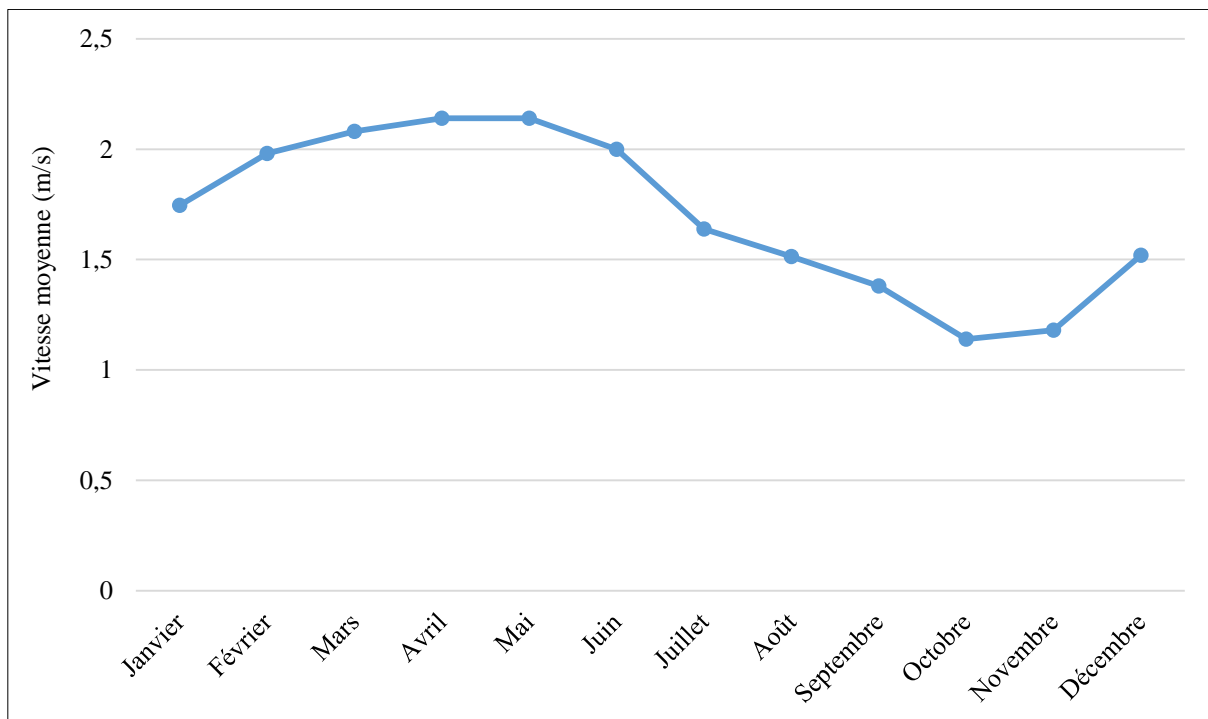


Figure 15: Variation moyenne mensuelle des vitesses de vents au sol à Ziguinchor, de 1971 à 2020 (Source : données ANACIM)

Selon Siebers *et al.* (2003), les conditions atmosphériques ont une influence importante sur la dérive, qui est plus ponctuelle dans le temps. Une fois les gouttelettes formées, elles sont soumises aux paramètres climatologiques comme le vent, la température et l'humidité qui tendent à affecter sa trajectoire et/ou sa durée de vie.

Le vent agit sur la direction et la trajectoire des gouttes. En l'absence de vent, une goutte lâchée sans vitesse initiale a tendance, sous l'effet de la gravité et de la poussée aérodynamique, à descendre à une vitesse constante (Ndao, 2008). Cette vitesse est décrite par la loi de Stokes selon laquelle, les gouttelettes de faible diamètre sont plus exposées aux mouvements de l'air qui ralentissent leur chute, les déposent horizontalement et, par conséquent, les exposent davantage à la dérive. Cette dérive atteint son maximum pour des vitesses de vent élevées. Thornhill *et al.* (1996), de dire qu'à partir d'une certaine vitesse de vent (supérieure à 5m/s), il est conseillé d'arrêter complètement le traitement. La direction, quant à elle, est à prendre en compte afin d'éviter surtout la contamination des zones sensibles et de l'opérateur. Ces paramètres étant très variables sur le terrain, Thistle et Levin, (1998) recommandent de réaliser des mesures durant une dizaine de minutes pour déterminer la direction moyenne du vent. La température et l'humidité relative peuvent affecter le processus d'évaporation et donc la durée de vie des gouttelettes.

Pour qu'une goutte atteigne sa cible, sa durée de vie doit être supérieure à son temps de chute. Il est important que l'opérateur tienne compte de ces données lors de la sélection des conditions appropriées pour pulvériser le mélange.

### **1.5. Les facteurs hydrologiques**

La Basse-Casamance dispose d'un réseau hydrologique fortement drainé par le fleuve Casamance (20 150 km<sup>2</sup>) et de ses affluents (le Soungrougrou, les marigots de Baïla, de Bignona et celui de Diouloulou sur la rive droite, et le Kamobeul bolong situé sur la rive gauche. La Basse-Casamance est située dans la transition entre le domaine maritime et continental, s'intégrant dans le vaste bassin sédimentaire sénégal-mauritanien subsidant avec un faible relief favorisant la pénétration des eaux marines à l'intérieur des terres. Les eaux de surface dans la zone d'étude, sont principalement composées du marigot de Diouloulou et du bras de mer traversant les localités comme Kabadio, Katak, Dombondir et Macouda. Pendant l'hivernage et une bonne partie de la saison sèche (jusqu'en janvier au plus tard), certaines zones de bas-fonds sont inondées par des eaux de pluies qui servent d'abreuvoir pour les animaux, particulièrement le bétail (bovins). Les eaux souterraines sont stockées dans l'ensemble au niveau de la nappe phréatique superficielle du continental terminal, de la nappe phréatique semi profonde du miocène et de la nappe profonde du maestrichtien. La nappe phréatique superficielle du continental terminal est capturée par les puits entre 2 et 15 m. Son niveau peut varier entre 10 et 18 m selon l'endroit où l'on se trouve.

C'est une nappe qui profite beaucoup à la population dans beaucoup de villages, avec la prédominance des puits qui constituent la source principale d'approvisionnement en eau de boisson, mais aussi contribue au maintien de la végétation. Quant à la nappe semi profonde du miocène, elle est captée à une profondeur comprise entre 100 et 150 m constituant ainsi le domaine des forages pour un débit moyen de 20 à 40 m<sup>3</sup>/h (Badji, 2013). C'est une nappe qui offre de l'eau douce sauf dans la frange maritime où son goût est salé. S'agissant du maestrichtien plus profond, elle constitue la nappe la plus exploitée par les forages pour une profondeur comprise entre 200 et 500 m. À ce niveau, la nappe est peu perméable et offre également une eau douce de bonne qualité.

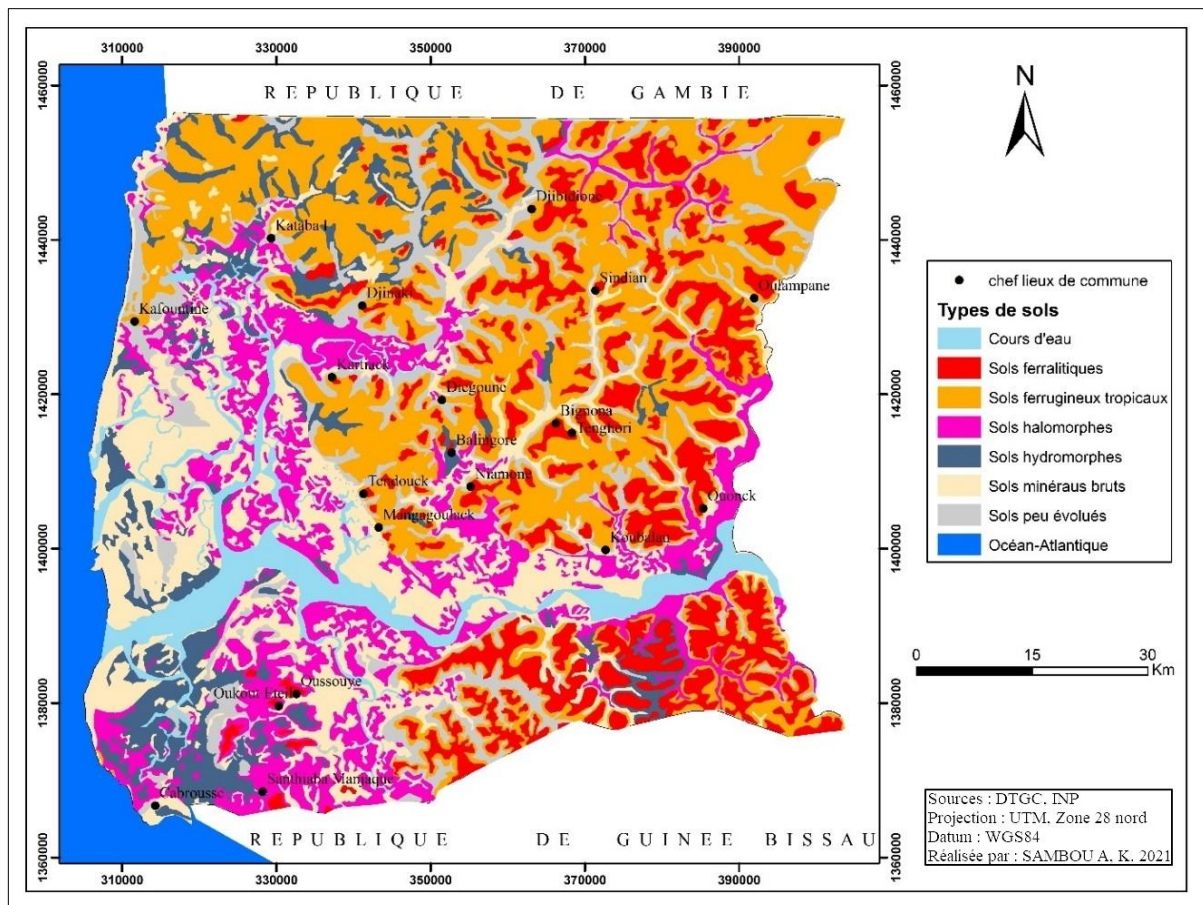
### **1.6. Les facteurs topographiques et pédologiques**

La Basse-Casamance est constituée par un relief relativement plat dans son ensemble. Cette platitude du relief est un facteur facilitant la pénétration des eaux marines à certains endroits, occasionnant l'abandon de l'activité rizicole après le retrait de ces eaux salées ou leur évaporation, puisque la zone bénéficie d'un ensoleillement permanent presque toute l'année.

Les formations pédologiques présentes en Basse-Casamance depuis le Secondaire auraient atteint plusieurs milliers de mètres (Dacosta, 1989 ; Vieillefon, 1977 ; Fauck, 1973 ; Michel, 1973). Des mouvements tectoniques survenus au Miocène ainsi que d'autres plus récents, sont responsables des coudes brusques qui affectent le fleuve Casamance et ses affluents (Boivin, 1991). Les matériaux déposés sur le bassin sédimentaire sénégal-mauritanien que l'on retrouve en Basse-Casamance proviendraient du Fouta-Djalou (Michel, 1960). Dans le cas précis de cette recherche, il s'agit de donner sur la base des études empiriques, les caractéristiques des types de sols de la Basse-Casamance. De façon générale, les types de sols rencontrés en Basse-Casamance sont entre autres, les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols ferrugineux tropicaux, les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les sols halomorphes. Les sols minéraux bruts sont d'origine non climatique, d'apport marin et fluvio-marin à faciès modal sur les plages sableuses actuelles et subactuelles et sur cordons des dunes littorales. On les retrouve à l'arrière du littoral de la Basse-Casamance et présentent des dépressions de multiples nuances de sols hydromorphes, portant souvent des rizières comme le cas dans le secteur de Diembéring (Sané, 2017). Des bas-fonds des associations de sols peu évolués d'origine aussi non climatique sont également observés en Basse-Casamance. Toujours selon Sané, 2017, ces sols peu évolués sont observés dans la partie septentrionale de la Basse-Casamance notamment vers Kafountine (qui constitue une partie de notre étude), et au sud du village de Brin jusque vers la frontière bissau-guinéenne. Pour ce qui est des sols ferrugineux tropicaux lessivés, ils sont retrouvés presque partout en Basse-Casamance sauf dans le domaine fluvio-marin.

Ce sont des sols caractérisés par la forte individualisation et la grande mobilité du fer et du manganèse, ainsi que la présence de concrétions et de cuirasses ferrugineux fréquemment affleurantes (Chauvel *et al.* 1969, Michel, 1960, 1973). Ce sont des sols souvent dépourvus de richesses en matière organique et ils sont observés souvent à proximité d'anciennes cuirasses ferrugineux venues en affleurement, sur de bas plateaux. Les sols ferralitiques sont également présents en Basse-Casamance et apparaissent sous la couleur rouge, sur les parties hautes des plateaux. Les pédologues divisent ces sols en trois sous-classes : les sols ferralitiques faiblement désaturés, les sols ferralitiques moyennement désaturés et les sols ferralitiques fortement désaturés ; et les deux premiers types de sols sont rencontrés en Basse-Casamance. Typiquement forestiers, ces sols peuvent se dégrader facilement si les méthodes culturales ne sont pas adaptées (Diop, 1990 ; Vieillefon, 1977 ; Michel, 1973, 1960). Les sols halomorphes quant à eux, sont soumis sous l'influence fluviomarine en Basse-Casamance. Ces sols sont fréquents dans les parties inférieures des versants soumises aux mouvements saisonniers de la nappe phréatique et à des engorgements temporaires pendant l'infiltration des eaux pluviales. Pendant l'hivernage, le gradient piézométrique permet l'écoulement de l'eau vers les bas-fonds entraînant ainsi les éléments dissous comme la silice et le fer (Montoroi, 1996). Sané, (2017) nous renseigne qu'en Basse-Casamance, on note la présence des sols hydromorphes de vallées et à mangrove extrêmement importante le long du principal axe de drainage du fleuve Casamance et sur l'essentiel de ses affluents. S'agissant des sols halomorphes, ils sont caractérisés par leur richesse en sels solubles et en sodium échangeable. En Basse-Casamance, deux catégories de sols halomorphes sont distinguées, selon Dacosta, (1989). Il s'agit d'une part les sols intergrades hydromorphes humifiés sur alluvions argileux qui distribuent en arrière des vasières et des tannes dans le fond des vallées ou aux pieds de coteaux de « terre de barre » et d'autre part, les sols halomorphes sur alluvions sableux qui font partie des sols non lessivés à alcalis dont la caractéristique principale est l'accumulation importante des sels en surface. En quelque sorte, ce sont des types de sols communément appelés tannes, qui apparaissent entre les slikkes à mangrove et les sols beiges ou rouges du plateau. La distribution des types de sols a une influence sur les types de cultures. Selon Montoroi (1996), le sommet des plateaux est dominé par des sols ferralitiques partiellement désaturés sur matériau argilo-sableux du Continental Terminal, en bordure de plateaux et les versants des vallées sont occupés par les sols ferrugineux, tandis que les sols halomorphes au faciès sableux généralisés se trouvent au bas des versants et se prolongent dans les bas-fonds. Les sols holomorphes sont généralement retrouvés à côté des cours d'eau.

Notre zone d'étude est essentiellement constituée de sols ferrugineux tropicaux, propices aux cultures sous pluies, à l'arboriculture et au maraîchage, de sols hydromorphes adaptés à la riziculture et de sols halomorphes impropres à l'agriculture (carte 3).



Carte 3: Les différents types de sols de la Basse-Casamance

## Conclusion

La Basse-Casamance est située dans le domaine climatique sud-soudanien côtier et bénéficie d'une bonne pluviométrie dans son ensemble, même si des irrégularités sont notées d'une année à une autre. Cette bonne condition climatique offre à la région d'importantes ressources naturelles permettant à la population de développer plusieurs activités durant toute l'année. Cependant, les perturbations climatiques qui se succèdent ces dernières décennies, associées à la pression sur les ressources naturelles liée à l'action anthropique, participent à la dégradation par exemple des zones de bas-fonds (victimes de l'ensablement, de l'acidification et de la salinisation), conduisant à l'abandon ou la diminution de la riziculture. Impuissants devant ces phénomènes naturels, les exploitants agricoles ont trouvé des alternatives avec la reconversion vers l'arboriculture et le maraîchage qui sont développés sur les plateaux, d'où l'observation d'une mutation agraire qui se fait remarquée aujourd'hui.



---

## **CHAPITRE II : ANALYSE DE LA DYNAMIQUE PAYSAGERE DANS LES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO**

---

Ce chapitre passe au crible la dynamique paysagère des terroirs villageois à travers l'occupation des sols. Les images *Google Earth* et *Bing Maps* sont utilisées pour suivre cette dynamique en 2004 comparée à celle de 2022. La notion de paysage est devenue centrale pour la gestion de l'espace, en particulier pour la protection du patrimoine naturel et culturel. Un paysage peut être décrit par sa composition et sa configuration, ce qui détermine sa structure (Forman et Gordon, 1986). La composition fait référence à l'abondance d'éléments du paysage comme par exemple les zones de cultures. La configuration décrit la forme et l'arrangement de ces éléments dans l'espace. En quelque sorte, la dynamique du paysage est définie par la modification au cours du temps de sa structure (Flavio *et al.* 2006). Cette dynamique paysagère actuelle témoigne le développement des activités agricoles comme l'arboriculture et le maraîchage qui sont des cultures consommatrices de pesticides. A cet effet, l'échelle villageoise est choisie pour une analyse fine des évolutions spatio-temporelles, anciennes et récentes des unités paysagères de 2004 à 2022.

### **2.1. Analyse de la dynamique de l'occupation des sols à l'échelle des villages étudiés**

L'analyse de la dynamique paysagère est faite à partir d'une étude diachronique. Pour les dix villages étudiés, la nature et la répartition spatiale des formations paysagères de 2004 ont été comparées à celles de 2022. Cette analyse offre une meilleure compréhension des dynamiques environnementales dans les terroirs villageois-cibles. Elle met également en lumière les principales activités économiques de la population de ces derniers.

#### **2.1.1. État d'occupation des terres du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022**

Colomba est l'un des cinq (05) villages de la commune de Kafountine, situés sur la terre ferme. C'est une localité limitée à l'Est et au Sud par le marigot de Diouloulou, à l'Ouest par le village d'Albadar et au Nord par Bandjikaki. En effet, Colomba est une ancienne localité créée vers les années 1900 et s'appelait Nalate auparavant. Son premier habitant, Ibrahima Naribo Coly est originaire du village de Thiobon, dans le *Blouf*. Le nom Colomba viendrait du terme mandingue « *kolong baa* », qui signifie le grand puits. Auparavant, les habitants des villages environnants se regroupaient souvent pour aller à la chasse.

Dans ce village, il y avait un grand point d'eau pérenne. Ce point d'eau constituait un site de rencontre et de repère pour tous les chasseurs de la zone. C'est à partir de ce moment où Colomba a été substitué à Nalate.

Mais ce nom Nalate a été octroyé au GIE du village afin de conserver l'histoire de la localité. L'observation du terroir villageois de Colomba à travers l'imagerie géospatiale de 2022, laisse apparaître un couvert végétal assez important dominé quelque part par les vergers. Le drainage d'une bonne partie du terroir villageois par le marigot de Diouloulou constitue une potentialité pour la localité. L'analyse de la dynamique de l'occupation des terres montre des changements assez intéressants. Les résultats statistiques de l'analyse sont consignés dans la figure 16.

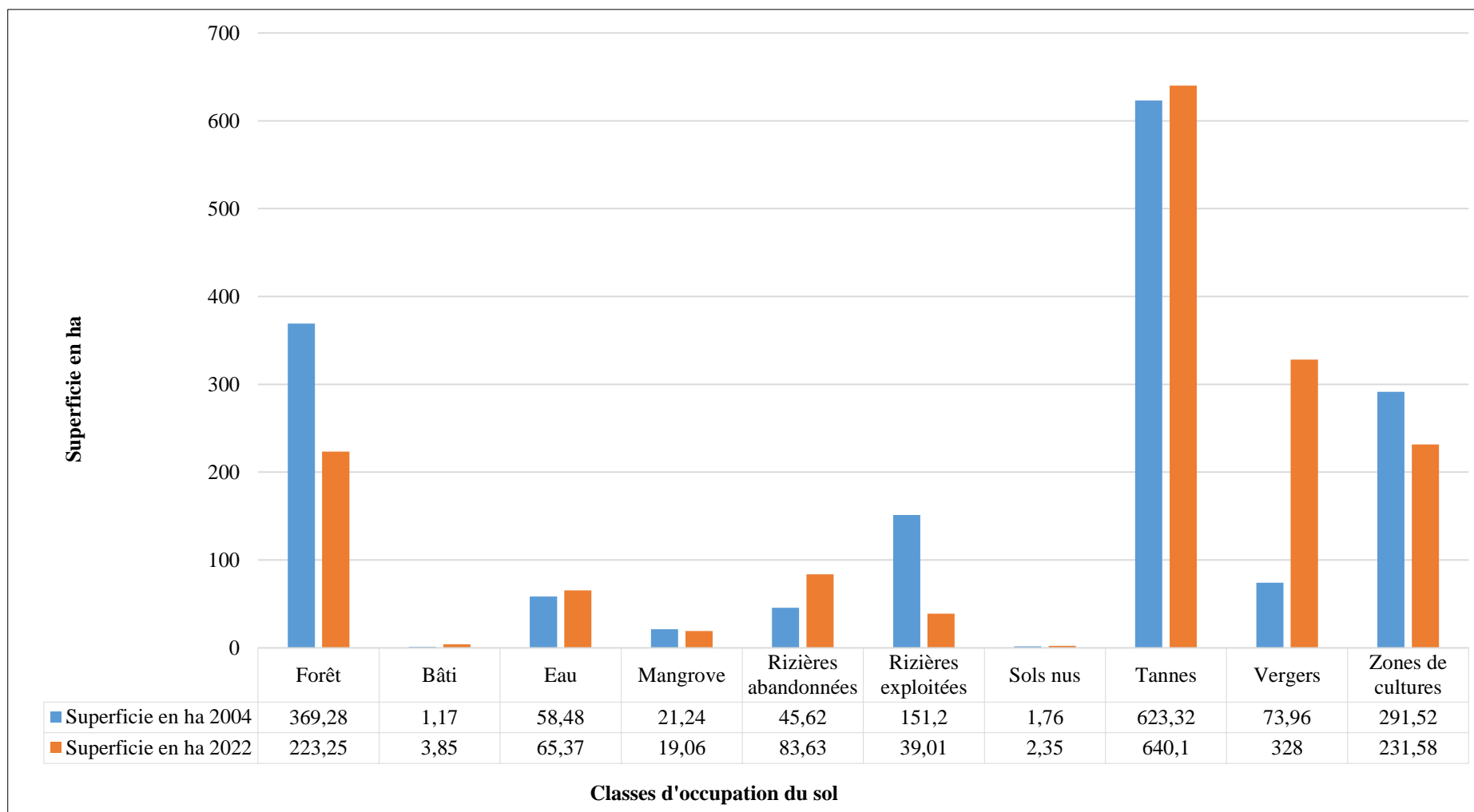


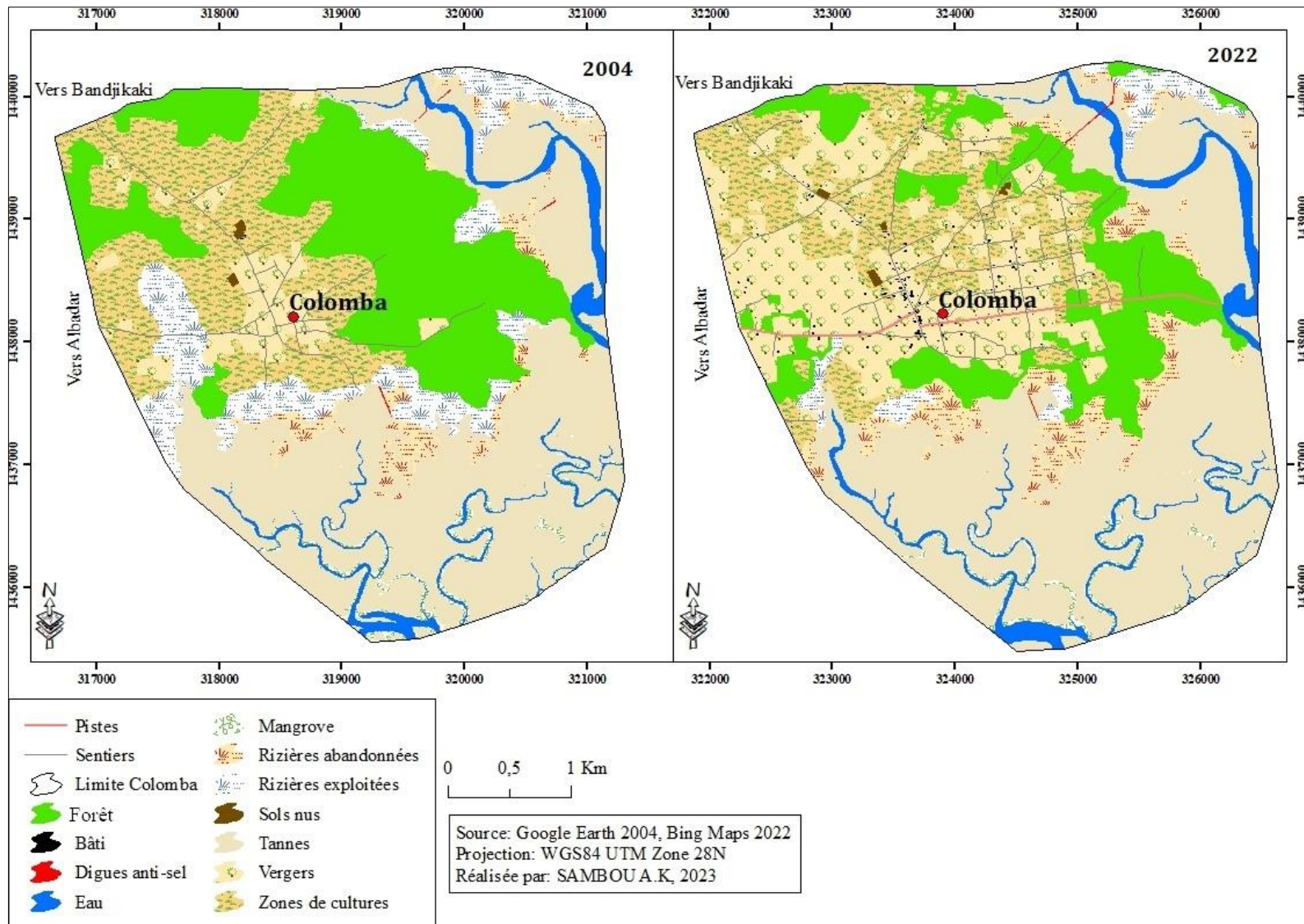
Figure 16: Statistiques de l'occupation des sols à Colomba de 2004 à 2022

Le terroir villageois de Colomba couvre une superficie de 1636,22 ha dans laquelle on retrouve l'ensemble des unités paysagères consignées dans la figure ci-dessus. Dix catégories d'occupation du sol s'observent sur la figure 16. Il s'agit entre autres des classes : forêt, bâti, eau, mangrove, rizières abandonnées, rizières exploitées, sols nus, tannes, vergers et zones de cultures. L'examen de la figure permet de comprendre que la physionomie de ce milieu en 2004 est largement dominée par les tannes qui couvrent 623,32 ha (38,06%), la classe forêt avec 369,28 ha soit 22,55% et les zones de cultures qui couvrent 291,52 ha soit 17,8%. Les rizières exploitées occupent 151,2 ha soit un taux de 9,23%. Les autres classes d'occupation du sol ne sont pas représentatives et sont en proportion inférieure à 5%.

Cependant en 2022, l'occupation du sol à Colomba est sensiblement différente de celle de 2004 du point de vue quantitatif, sinon que le même nombre de classes d'occupation du sol reste constant.

Ainsi, les tannes occupent toujours la première place avec 640,1 ha soit 39,12% suivies cette fois-ci des vergers qui montrent le développement de l'arboriculture associée au maraichage avec 328 ha (20,05%).

Ces deux catégories d'occupation du sol sont suivies par les classes zones de cultures et forêt avec respectivement 231,58 ha (14,15%) et 223,25 ha, soit 13,64%. En 2022, les terres rizicoles abandonnées couvrent 83,63 ha soit un taux de 5,11%. Les autres catégories de classes ont un faible taux d'occupation du sol (moins de 5%). Comme dans beaucoup de terroirs de notre zone d'étude, l'arboriculture, particulièrement les agrumes sont souvent associés à certaines cultures comme le maraichage, le niébé, l'arachide, la patate douce, etc. Les dynamiques d'occupation des sols analysées en 2004 et 2022, sont illustrées dans la carte ci-dessous (carte 4).



Carte 4: Occupation des sols du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022

Le village de Colomba possède beaucoup de potentialités agricoles. La riziculture occupait une place importante pour les populations avec l'exploitation d'une bonne partie de la vallée. Cependant, cette activité reste aujourd'hui confrontée à la problématique de la salinisation des terres avec la progression des tannes vers l'intérieur du terroir. En plus de cette salinisation des terres, la main d'œuvre agricole constitue un énorme problème pour les parents paysans. En effet, beaucoup de jeunes ont émigré du village soit pour les études, soit pour la recherche du travail. Parmi ceux qui restent sur place, certains sont des conducteurs de motos Djakarta, d'autres sont plus préoccupés par les activités sportives de jeunesse communément appelées « *navétanes*<sup>3</sup> » pendant la saison pluvieuse. Les parents sont donc obligés de payer la main d'œuvre pour les activités agricoles, ce qui constitue un problème pour beaucoup d'exploitants agricoles, conduisant à l'abandon. En revanche, une nouvelle orientation globalement vers l'arboriculture fruitière et le maraichage est notée chez les populations de Colomba.

#### **2.1.1.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Colomba entre 2004 et 2022**

Les cartes de changement d'état de toutes les classes d'occupation des sols ont permis de mieux apprécier la dynamique de l'occupation des terres réalisée en 2004 et 2022. Ainsi, les taux d'évolution de chaque catégorie d'occupation du sol et leur taux moyen annuel d'expansion sont calculés et ont facilité l'appréciation de cette dynamique. En effet, l'écart des superficies de chaque classe d'occupation du sol entre deux dates donne une indication globale du changement intervenu. Entre 2004 et 2022, les superficies des classes d'occupation des sols ont beaucoup évolué (tableau 5).

---

<sup>3</sup> Activités sportives qui s'organisent dans presque toute l'étendue du territoire national (en fonction des zones) et regroupant les jeunes pendant l'hivernage.

Tableau 5: Evolution des superficies du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 369,28           | 223,25 | 22,55           | 13,64 | -39,54                              | -1,02                                |
| Bâti                 | 1,17             | 3,85   | 0,07            | 0,24  | 229,06                              | 2,43                                 |
| Eau                  | 58,48            | 65,37  | 3,57            | 4     | 11,78                               | 0,22                                 |
| Mangrove             | 21,24            | 19,06  | 1,3             | 1,16  | -10,26                              | -0,22                                |
| Rizières abandonnées | 45,62            | 83,63  | 2,79            | 5,11  | 83,32                               | 1,23                                 |
| Rizières exploitées  | 151,2            | 39,01  | 9,23            | 2,38  | -74,20                              | -2,76                                |
| Sols nus             | 1,76             | 2,35   | 0,11            | 0,14  | 33,52                               | 0,59                                 |
| Tannes               | 623,32           | 640,1  | 38,06           | 39,12 | 2,69                                | 0,05                                 |
| Vergers              | 73,96            | 328    | 4,52            | 20,05 | 343,48                              | 3,04                                 |
| Zones de cultures    | 291,52           | 231,58 | 17,8            | 14,15 | -20,56                              | -0,47                                |

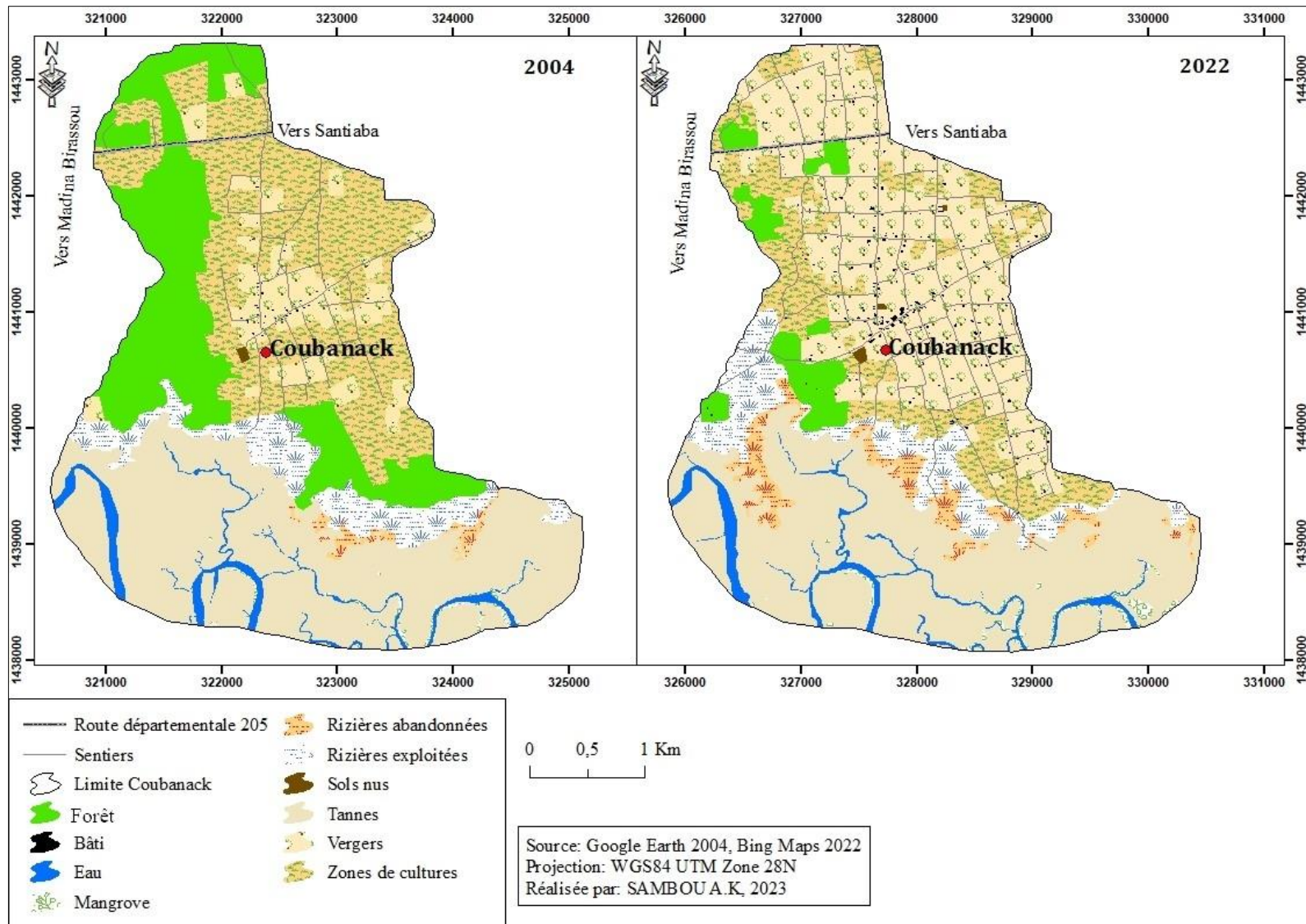
Il ressort de l'examen du tableau 5 que les vergers, le bâti et les rizières abandonnées ont connu une progression importante, avec un taux d'expansion moyen annuel respectivement de 3,04% (254,04 ha), 2,43% (2,68 ha) et 1,23% (38,01 ha). De plus, les classes (sols nus, eau et tannes) ont légèrement évolué avec des taux moyen annuel respectivement de 0,59%, 0,22% et 0,05% durant cette période. Cependant, les rizières exploitées, la forêt, les zones de cultures et la mangrove ont connu une régression avec un taux de diminution moyen annuel respectivement de -2,76% (-112,19 ha), -1,02% (-146,03 ha), -0,47% (-59,94 ha) et -0,22% (-2,18 ha) entre 2004 et 2022. Selon plusieurs témoignages, la localité est confrontée à de sérieux problèmes liés à la salinisation des terres rizicoles avec l'avancée du biseau salé. La mise en place d'une digue anti-sel moderne pourrait amoindrir ce phénomène. Un autre problème lié à l'accès à l'eau en permanence chez les maraîchers, ainsi que la question des attaques des plantations par les insectes et des cultures du maraîchage sont aussi notés dans ce village, ce qui conduit à l'usage des pesticides. Pour ce qui est de la commercialisation, les exploitants agricoles ont d'énormes difficultés pour évacuer leur production. Les « *bana banas*<sup>4</sup> » imposent leurs prix et les producteurs sont obligés parfois d'accepter malgré eux. La mise en place de coopératives villageoises constitue un moyen efficace pour permettre aux exploitants agricoles de vendre leur production à un prix acceptable, une source de cohésion lors de la fixation des prix de vente par les exploitants agricoles.

<sup>4</sup> Terme local qui est donné aux commerçants ambulants qui descendent souvent dans le monde rural à la recherche de la production chez les producteurs.

### **2.1.2. État d'occupation des terres du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022**

Selon l'actuel chef et certains notables de la localité, Coubanack est créé vers 1830 et son premier chef répondait au nom de Mamadou Mané. C'est un village qui se situe dans la commune de Kataba 1 à 2 km de Diouloulou, sur la route de Kafountine. A l'image de Colomba, le fondateur de Coubanack est originaire du village de Thiobon, dans le *Blouf*. Ainsi, nos entretiens ont révélé que l'origine du nom de ce terroir vient du mot diola « *coubanéna* » qui voudrait dire les juges. En effet, leurs habitants étaient réputés être des gens qui jugeaient des conflits à l'époque dans la zone, à l'amiable. Le paysage du terroir de Coubanack était dominé par les tannes, la végétation et les zones de cultures en 2004. Hors mis les tannes qui continuent de progresser davantage vers les terres rizicoles, nous constatons une régressions de la végétation et des zones de cultures au profit des vergers (carte 5).





Carte 5: Occupation des sols du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022

La dynamique de l'occupation des sols à Coubanack révèle des mutations intéressantes. En effet en 2004, les tannes, les zones de culture et la végétation occupaient les superficies les plus importantes avec respectivement 476 ha (34,12%), 363 ha (26,02%) et 281 ha soit 20,14% du terroir. Ces classes d'occupation du sol sont suivies par les vergers, avec 115 ha soit 8,24% et les rizières exploitées qui enregistrent 101 ha soit 7,24%. Les autres catégories d'occupation des sols occupent des superficies dont les taux n'atteignent pas les 3% en 2004. En revanche, à la date de 2022, les classes d'occupation du sol les plus importantes sont constituées par les tannes avec 470,86 ha (33,78%), ensuite viennent les vergers qui occupent 445,18 ha soit 31,92%, et les zones de cultures, 194,04 ha, soit 13,92%. Malgré l'avancée des tannes vers les parcelles rizicoles, les surfaces des rizières exploitées ont connu une augmentation vers le plateau avec un total de 111,60 ha soit 8,01% en 2022. Ainsi, les autres classes d'occupation du sol ont enregistré des superficies dont le taux d'occupation n'atteint pas 5% (figure 17).

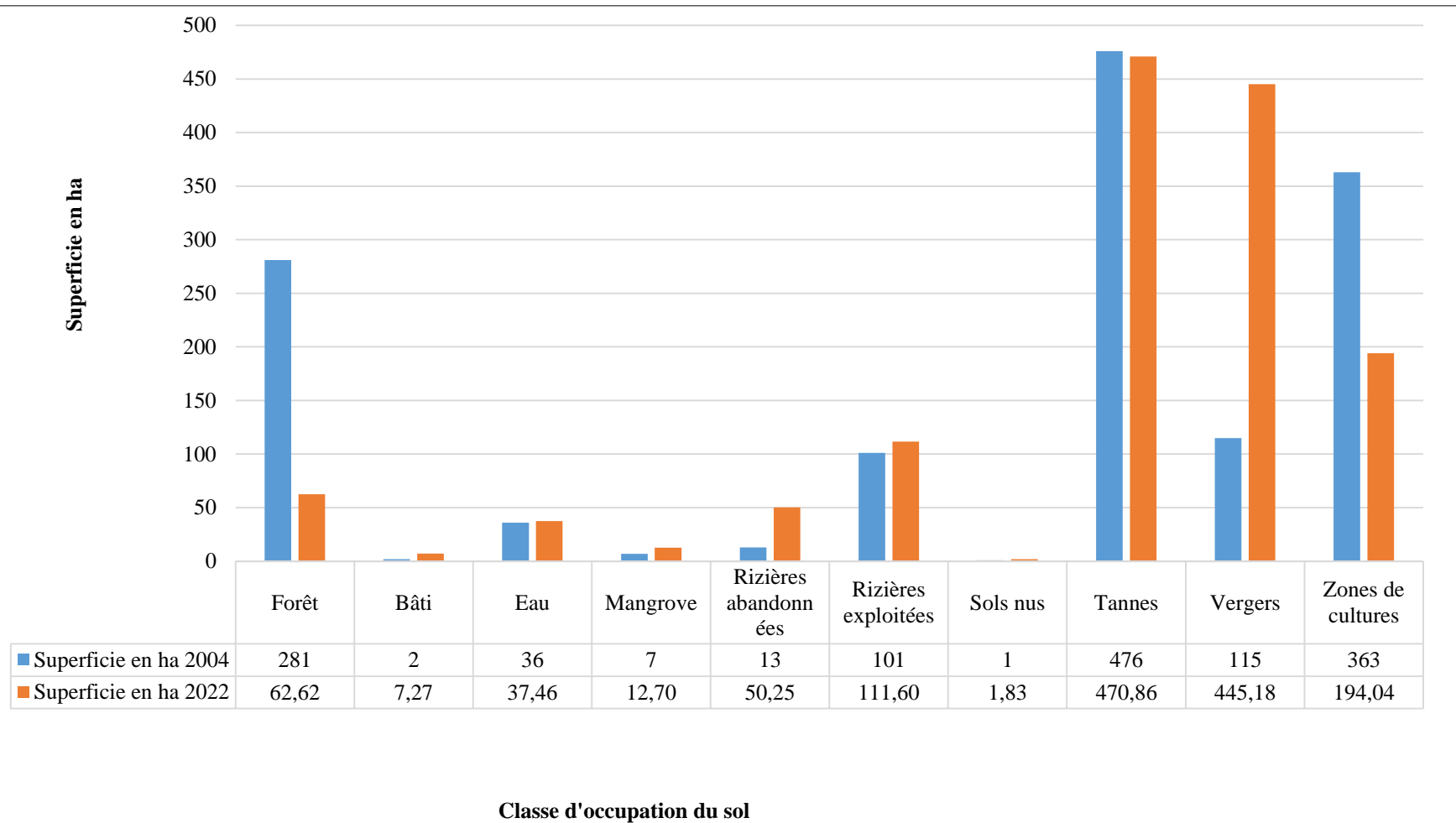


Figure 17: Occupation des sols à Coubanack en 2004 et 2022

### **2.1.2.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Coubanack entre 2004 et 2022**

Les cartes diachroniques réalisées en 2004 et 2022 ont montré des modifications sur l'occupation du sol dans le terroir de Coubanack.

Ainsi, les vergers, le bâti, la mangrove, les rizières exploitées ainsi que celles abandonnées, les surfaces en eau et les sols nus ont vu leurs superficies progresser. Les vergers et les rizières ont tous les deux des taux d'expansion moyen annuel de 2,76% soit une augmentation de 330 ha et 37,25 ha respectivement. Quant à la mangrove et le bâti, ils ont progressé de 5,7 ha et 5,27 ha soit un taux d'expansion moyen annuel de 1,21% et 2,63% respectivement. Les parcelles rizicoles exploitées et les surfaces en eau ont enregistré des taux d'expansion moyen annuel respectivement de 0,20% et 0,08%. Les zones de cultures, la végétation et les tannes ont vu leurs superficies régresser, contrairement aux classes d'occupation du sol citées ci-haut. En effet, les zones de cultures ont régressé de -168,04 ha soit un taux de régression moyen annuel de -1,28%. La classe forêt a eu la plus grande perte de ses surfaces avec -218,38 ha soit un taux de perte moyen annuel de -3,06%. Cette situation pourrait s'expliquer par une forte installation des vergers ainsi que le bâti. Cette régression du couvert végétal a conduit à la population à s'investir chaque année dans un projet de reboisement de caïlcédra pendant l'hivernage, en témoigne le chef de village. S'agissant des tannes, ils ont eu une légère diminution de -5,14 ha soit un taux de diminution moyen annuel de -0,02% (tableau 6). Comme à Colomba, la salinisation des terres ainsi que les ennemis des cultures constituent une grande préoccupation chez les populations de Coubanack. La question de la main d'œuvre agricole impose une mobilisation de moyens financiers. A Coubanack, les jeunes de l'ASC s'organisent en petits groupes d'associations pendant les travaux agricoles payants, afin de financer leurs activités sportives.

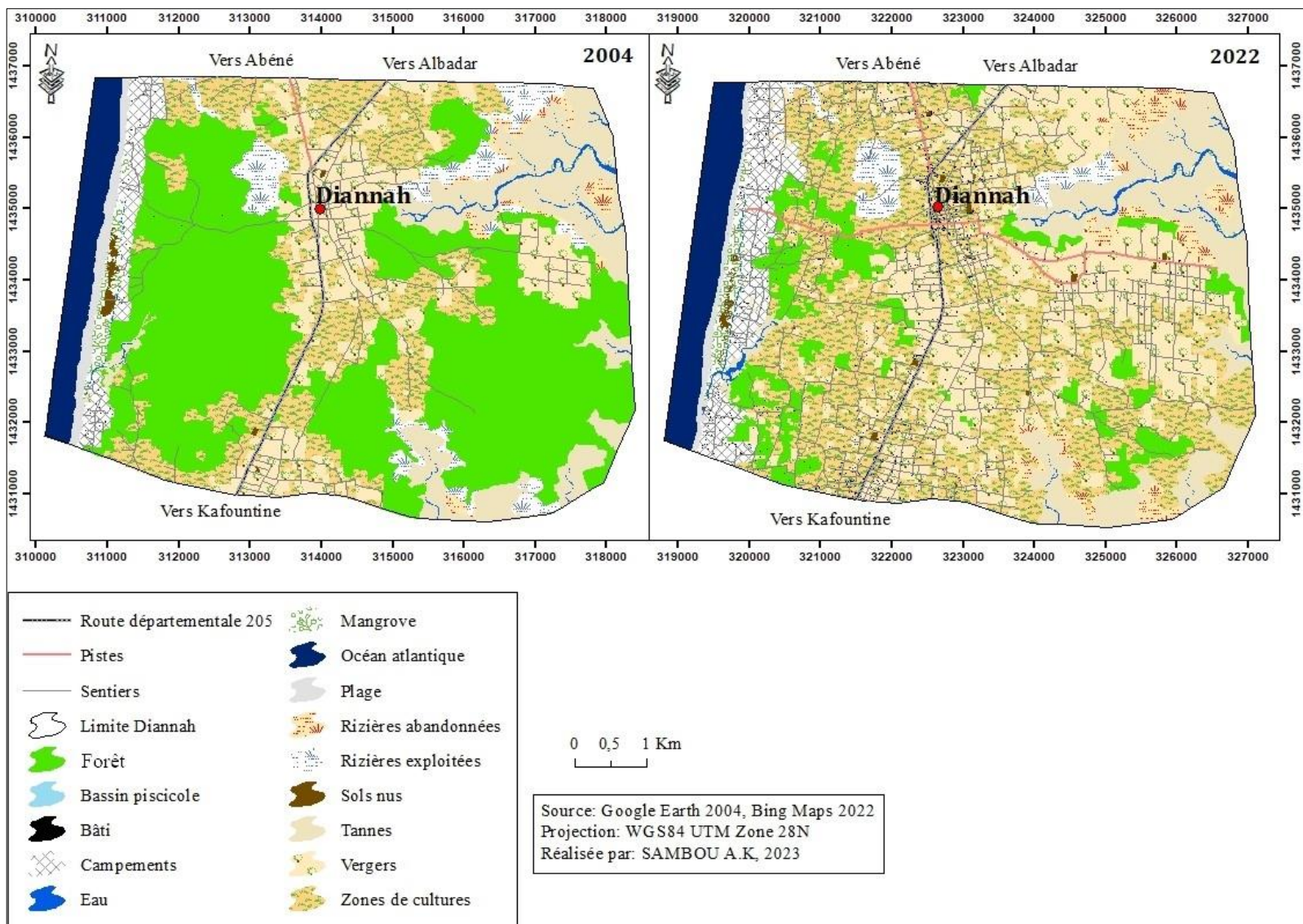
Tableau 6: Evolution des superficies du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en % entre 2004-2022 | Taux moyen annuel d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                  |                                   |
| Forêt                | 281              | 62,62  | 20,14           | 4,49  | -77,72                           | -3,06                             |
| Bâti                 | 2                | 7,27   | 0,14            | 0,52  | 263,5                            | 2,63                              |
| Eau                  | 36               | 37,46  | 2,58            | 2,69  | 4,06                             | 0,08                              |
| Mangrove             | 7                | 12,70  | 0,50            | 0,91  | 81,43                            | 1,21                              |
| Rizières abandonnées | 13               | 50,25  | 0,93            | 3,61  | 286,54                           | 2,76                              |
| Rizières exploitées  | 101              | 111,60 | 7,24            | 8,01  | 10,50                            | 0,20                              |
| Sols nus             | 1                | 1,83   | 0,07            | 0,13  | 83                               | 1,23                              |
| Tannes               | 476              | 470,86 | 34,12           | 33,78 | -1,08                            | -0,02                             |
| Vergers              | 115              | 445,18 | 8,24            | 31,92 | 287,11                           | 2,76                              |
| Zones de cultures    | 363              | 194,04 | 26,02           | 13,92 | -46,55                           | -1,28                             |

### 2.1.3. État d'occupation des terres du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022

Le village de Diannah se situe dans la commune de Kafountine, à moins d'un (01) km du chef-lieu de ladite commune qui porte le même nom. Il est limité à l'Est par le marigot de Diouloulou, à l'Ouest par l'océan atlantique, au Nord par les villages d'Abéné et d'Albadar et au Sud par le village de Kafountine. Selon le chef de village, Diannah est créé en 1912 et les premiers habitants viennent du quartier de Guindembe, situé à l'Est du village. Après leur installation, d'autres habitants venus de Diabancounda, de Dagnacounda et de Diaoutou se sont joints à eux. En effet, le choix du nom de la localité avait fait l'objet de tiraillement entre ces habitants venus d'horizons divers. Certains voulaient lui octroyer le nom de Djiramba, d'autres, celui de Djalom. A l'époque, un grand marabout qui venait de Goundiour (Gambie) séjournait souvent dans la localité. C'est ce dernier qui a pu convaincre les deux camps à travers ces mots : « *puis que vous venez tous d'ailleurs, il serait mieux de donner comme nom à votre localité (Diannah) »* qui veut dire en langue mandingue, ce dernier est venu, d'où le nom aujourd'hui de Diannah. En plus de la fertilité des terres dans presque toute la zone d'étude, la localité de Diannah regorge d'énormes potentialités à travers son ouverture à l'océan atlantique dans sa partie Ouest, et du marigot de Diouloulou qui traverse le terroir sur sa partie Est et Sud-est. L'accès au foncier était gratuit à Diannah selon le chef de village. Dès qu'un étranger arrivait dans la localité, il présente de la cola et les notables se réunissaient pour lui donner un espace. Mais aujourd'hui, il est devenu très difficile de trouver un lopin de terre à Diannah gratuitement. Les gens viennent de partout acheter de grands espaces à des fins d'exploitation agricoles.

Cette situation est perçue sur les cartes avec une forte progression des vergers et des zones de cultures au détriment de la végétation (carte 6).



Carte 6: Occupation des sols du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022

L'analyse des résultats obtenus à travers la cartographie montre une dynamique manifeste du paysage du terroir villageois de Diannah. La végétation était très luxuriante dans cette localité, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. Elle est passée de 1942,16 ha en 2004 à 374,05 ha en 2022 soit de 42,86% à 8,29% de la superficie du terroir. Le bâti quant à lui, est passé de 8,25 ha en 2004 à 30,02 ha en 2022 soit respectivement de 0,18% à 0,66% du terroir. A côté du bâti, les surfaces de vergers essentiellement constitués d'agrumes, sont passées de 617,30 ha à 1221,74 ha en 2022 soit de 13,62% à 27,6%. La proximité des sites touristiques comme Abéné et Kafountine, pourrait être un facteur responsable de l'augmentation des campements à Diannah. En effet, cette classe d'occupation du sol est passée de 118,37 ha en 2004 à 220,60 ha en 2022 soit de 2,61% à 4,89% de la superficie totale. A l'image des autres terroirs villageois, Diannah est aussi confronté à la salinité qui affecte considérablement des rizières. Cette classe est passée de 483,86 ha en 2004 à 521,85 en 2022 soit de 10,68% à 11,56% de la surface du terroir. Cette situation a favorisé une importante perte de terres rizicoles abandonnées dont la superficie passe de 57,49 ha en 2004 à 139,95 ha en 2022 soit de 1,27% à 3,10%. Suite à cette logique, les rizières exploitées ont vu leurs superficies diminuer de 212,99 ha en 2004 à 109,91% en 2022 soit de 4,70% à 2,43%. Pour ce qui est des zones de cultures, leurs superficies ont doublé entre 2004 et 2022. Ainsi, elles sont passées de 739,34 ha en 2004 à 1528,38 ha en 2022 soit de 16,32% à 33,85%. Avec la problématique de l'érosion côtière, nous assistons à une avancée de la mer vers le continent passant de 197,77 ha à 225,03 ha soit de 4,36% à 4,98% dans cette partie Ouest du terroir villageois durant cette période. Pendant ce temps, nous assistons à un rétrécissement de la plage dont la surface passe de 70,07 ha en 2004 à 43,61 ha en 2022 soit de 1,55% à 0,97% (figure 18).



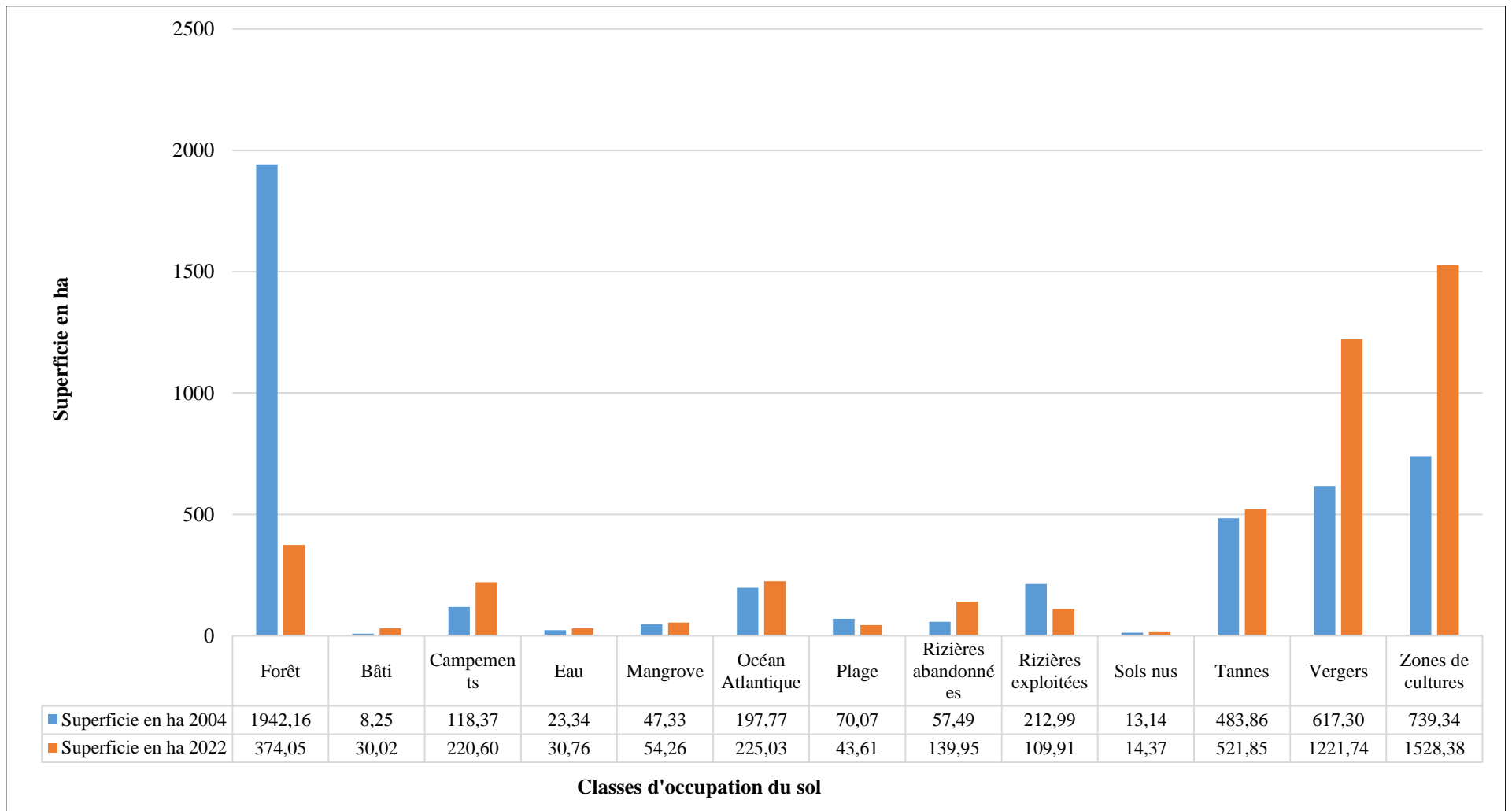


Figure 18: Occupation des sols à Diannah en 2004 et 2022

### **2.1.3.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Diannah entre 2004 et 2022**

Les superficies des classes d'occupation du sol en 2004, comparées à celles de 2022, révèlent d'importantes mutations. Elles ont augmenté pour la majeure partie. En revanche, les surfaces colonisées par la végétation ont connu une régression de -1568,11 ha entre 2004 et 2022, soit un taux de régression de -80,74% et un taux de perte moyen annuel de -3,36%. Les rizières exploitées et la plage ont connu chacune une régression de -103,08 ha et -26,46 ha, avec des taux de régression respectivement de -48,40% et -37,76% soit un taux de diminution moyen annuel de -1,35% et -0,96% durant cette période. Il ressort de cette analyse que les superficies du bâti ont évolué de 21,77 ha soit une progression de 263,88% et un taux de progression moyen annuel de 2,63%. Ce qui forcément, permettrait une augmentation démographique dans la localité, ainsi que l'arrivée des étrangers qui s'installent pour profiter des potentialités du terroir. De plus, certaines personnes, menant des activités au niveau du quai de pêche de Kafountine trouvent un logement dans ce village, une activité qui fait profiter les autochtones qui investissent dans le marché de l'immobilier. Les campements ont vu leurs superficies évoluer de 102,23 ha soit une progression de 86,36% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,27%. Cette situation peut s'expliquer par le développement de l'activité touristique dans la zone.

La mangrove et les sols nus ont connu de légères progressions avec une évolution de 6,93 ha et 1,23 ha, soit respectivement une évolution de 14,64% et 9,36% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,27% pour la mangrove et 0,18% pour les sols nus. Pour ce qui est des rizières abandonnées, elles ont connu une forte augmentation de 82,46 ha soit une progression de 143,43% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,81%. Cette situation a conduit à un déclin de la riziculture au profit des cultures de plateau et une reconversion massive de la population vers l'arboriculture fruitière dont les superficies des vergers ont positivement évolué. En effet, celles-ci ont enregistré une augmentation de 604,44 ha soit une progression de 97,82% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,39%. Dans les vergers, les populations pratiquent aussi le maraîchage à proximité des plantations d'agrumes. Les zones de cultures ont enregistré un taux d'expansion moyen annuel de 1,48% entre 2004 et 2022. Elles ont connu une augmentation de 789,04 ha soit une progression de 106,72%. La progression des zones de cultures et des vergers est la cause directe de la diminution du couvert végétal. De plus, l'implantation des fumoirs de poisson au niveau du quai de pêche de Kafountine a contribué aussi à la dégradation de la végétation dans la zone. Aujourd'hui il n'y a presque plus de forêt à Diannah.

Même pour chercher du bois mort, les femmes parcourent une longue distance pour s'en procurer. Comme dans plusieurs localités, à Diannah, les terres envahies par les tannes ont connu une augmentation de 37,99 ha soit une progression de 7,85% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,15% (tableau 7). Cette salinisation des terres a conduit à l'échec des reboisements de mangrove effectués dans les *bolongs* selon la population locale.

Tableau 7: Evolution des superficies du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |         | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|---------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022    | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 1942,16          | 374,05  | 42,86           | 8,29  | -80,74                              | -3,36                                |
| Bâti                 | 8,25             | 30,02   | 0,18            | 0,66  | 263,88                              | 2,63                                 |
| Campements           | 118,37           | 220,60  | 2,61            | 4,89  | 86,36                               | 1,27                                 |
| Eau                  | 23,34            | 30,76   | 0,52            | 0,68  | 31,79                               | 0,56                                 |
| Mangrove             | 47,33            | 54,26   | 1,04            | 1,20  | 14,64                               | 0,27                                 |
| Océan Atlantique     | 197,77           | 225,03  | 4,36            | 4,98  | 13,78                               | 0,26                                 |
| Plage                | 70,07            | 43,61   | 1,55            | 0,97  | -37,76                              | -0,96                                |
| Rizières abandonnées | 57,49            | 139,95  | 1,27            | 3,10  | 143,43                              | 1,81                                 |
| Rizières exploitées  | 212,99           | 109,91  | 4,70            | 2,43  | -48,40                              | -1,35                                |
| Sols nus             | 13,14            | 14,37   | 0,29            | 0,32  | 9,36                                | 0,18                                 |
| Tannes               | 483,86           | 521,85  | 10,68           | 11,56 | 7,85                                | 0,15                                 |
| Vergers              | 617,30           | 1221,74 | 13,62           | 27,06 | 97,92                               | 1,39                                 |
| Zones de cultures    | 739,34           | 1528,38 | 16,32           | 33,85 | 106,72                              | 1,48                                 |

#### 2.1.4. État d'occupation des terres du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022

La localité de Dombondir est située au nord-ouest de la commune de Kataba 1, dans le département de Bignona, à moins de 5 km de la Gambie. Elle est limitée à l'Est par le village de Macouda, au Sud par celui de Kouidioubé, à l'Ouest et au Nord par la République de la Gambie, matérialisée par le drainage d'un cours d'eau. Nos travaux d'entretien ont révélé que le village a été créé vers 1930 et que son premier habitant est originaire du village de Diatock dans le *Blouf*. Le nom donné à ce village serait issu d'un terme mandingue « *domonding* » qui voudrait dire petit. Comme c'est un village de petite taille, les gens l'octroyait un qualificatif en terme mandingue pour le nommer « *saaté domonding* ». Dans ce village, l'agriculture constitue la principale activité de la population. Les résultats de la cartographie des années 2004 et 2022 ont montré une dynamique régressive des classes d'occupation du sol. Le couvert végétal est passé de 408,95 ha en 2004 à 281,18 ha en 2022 soit de 30,17% à 21,19%.

La végétation a connu donc une diminution de -127,77 ha, soit une régression de -31,24% et un taux de diminution moyen annuel de -0,76%. Cette situation pourrait s'expliquer par un ensemble de facteurs comme l'installation progressive des hectares de vergers, la coupe du bois dont le trafic est présent dans la zone, etc. Durant cette période, d'autres classes d'occupation du sol ont aussi connu des pertes de surfaces (eau, mangrove, rizières exploitées et tannes). Les surfaces en eau sont passées de 59,24 ha en 2004 à 53,32 ha en 2022 soit de 4,37% à 4,02%. Elles ont donc perdu -5,92 ha soit une régression de -9,99% et un taux de régression moyen annuel de -0,21%. Les palétuviers ont perdu une bonne partie de leur superficie entre 2004 et 2022. Ils sont passés de 50,94 ha en 2004 à 9,84 ha en 2022 soit de 3,76% à 0,74%. Ils ont perdu -41,1 ha soit une régression de -80,68% et un taux de diminution moyen annuel de -3,36%. Cette situation est corolaire à la progression des tannes qui passent de 182,24 ha en 2004 à 238,59 ha en 2022, soit de 13,45% à 17,98%. Ils ont augmenté de 56,35 ha soit 30,92% en valeur relative et un taux d'expansion moyen annuel de 0,55%. Dans cette même logique, nous constatons une diminution des rizières exploitées vers le sud et celles situées vers la partie frontalière avec la Gambie. Celles-ci sont passées de 166,16 ha en 2004 à 135,29 ha en 2022 soit de 12,26% à 10,20%. Elles ont perdu -30,87 ha soit une régression de -18,58% et un taux de régression moyen annuel de -0,42%. Cette situation favorise l'abandon des rizières dont les superficies sont passées de 85,13 ha en 2004 à 87,99 ha en 2022 soit de 6,28% à 6,63%. Les surfaces du bâti quant à elles, ont connu une augmentation, passant de 2,01 ha en 2004 à 3,1 ha en 2022 soit de 0,15% à 0,24 ha.

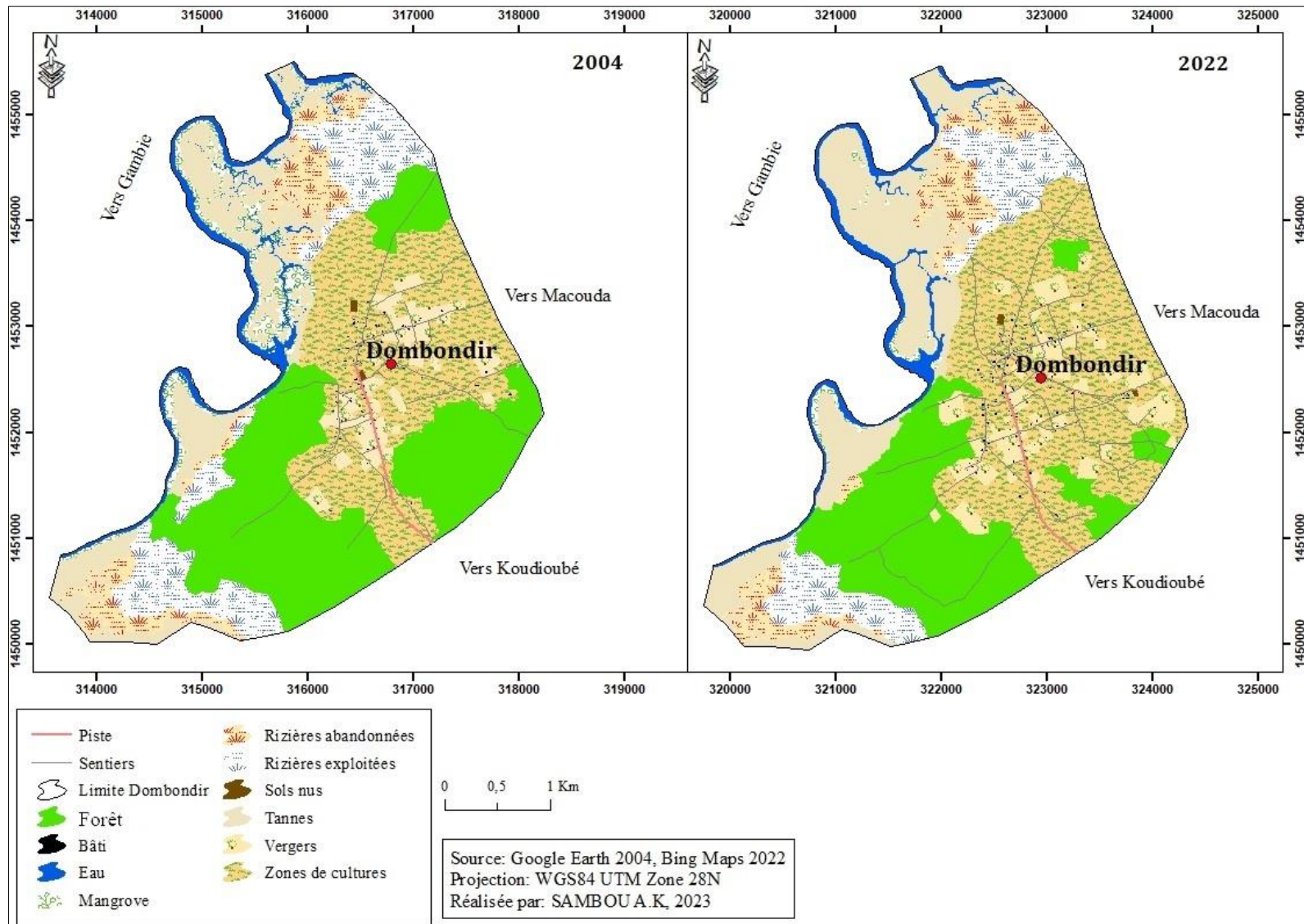
Elles ont eu une croissance de 1,09 ha soit une progression de 57,71% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,93%. L'activité agricole est très développée dans le terroir villageois de Dombondir.

Ainsi, nous constatons une évolution des zones de cultures qui passent de 333,30 ha en 2004 à 426,08 ha en 2022 soit de 24,59% à 32,11% de la superficie du terroir. Leurs superficies ont connu une augmentation de 92,78 ha, soit une progression de 27,84% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,50%. A côté de ces cultures de plateau, nous avons l'exploitation de l'arboriculture fruitière qui se développe dans les vergers. Cette culture très prometteuse est pratiquement présente dans presque tous les terroirs villageois de la zone. A Dombondir, les superficies des vergers sont passées de 66,26 ha en 2004 à 90,44 ha en 2022 soit de 4,89% à 6,82%. Elles ont connu une augmentation de 24,18 ha soit une progression de 36,49% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,63% (tableau 8). Il ressort de cette analyse que le paysage du terroir de Dombondir est soumis depuis plusieurs années à de profondes mutations dans l'occupation du sol.

Les surfaces du bâti, les zones de cultures et les vergers sont les classes d'occupation du sol qui ont connu la plus grande progression en 2022. La spatialisation des unités paysagères du terroir villageois est illustrée à travers la carte 7.

Tableau 8: Evolution des superficies du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 408,95           | 281,18 | 30,17           | 21,19 | -31,24                              | -0,76                                |
| Bâti                 | 2,01             | 3,17   | 0,15            | 0,24  | 57,71                               | 0,93                                 |
| Eau                  | 59,24            | 53,32  | 4,37            | 4,02  | -9,99                               | -0,21                                |
| Mangrove             | 50,94            | 9,84   | 3,76            | 0,74  | -80,68                              | -3,36                                |
| Rizières abandonnées | 85,13            | 87,99  | 6,28            | 6,63  | 3,36                                | 0,06                                 |
| Rizières exploitées  | 166,16           | 135,29 | 12,26           | 10,20 | -18,58                              | -0,42                                |
| Sols nus             | 1,20             | 0,91   | 0,09            | 0,07  | -24,17                              | -0,56                                |
| Tannes               | 182,24           | 238,59 | 13,45           | 17,98 | 30,92                               | 0,55                                 |
| Vergers              | 66,26            | 90,44  | 4,89            | 6,82  | 36,49                               | 0,63                                 |
| Zones de cultures    | 333,30           | 426,08 | 24,59           | 32,11 | 27,84                               | 0,50                                 |

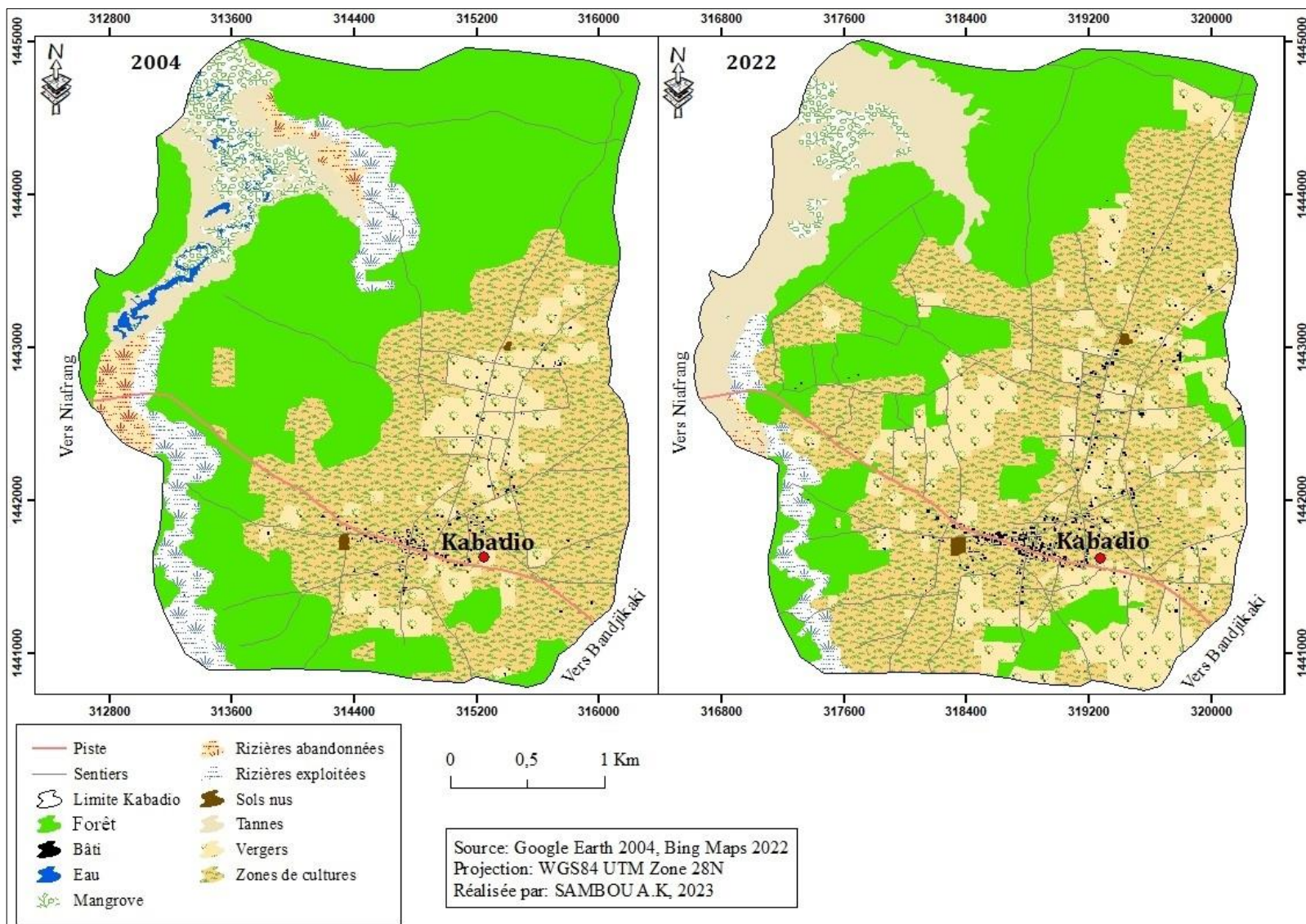


Carte 7: Occupation des sols du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022

### **2.1.5. État d'occupation des terres du terroir villageois de Kadio en 2004 et 2022**

Kadio est un terroir à forte potentialité naturelle. Cette affirmation est soutenue par Ba, 2019 dans ses recherches de thèse, qui évoque aussi les potentialités socioéconomiques du terroir villageois de Bandjikaki-Kadio. En effet, ce terroir est connu pour sa richesse et la valorisation de ses ressources naturelles à travers la production d'huile de palme. Une bonne organisation autour de l'exploitation des ressources naturelles est notée chez les populations. Des mutations sont perceptibles dans la dynamique du paysage à travers l'imagerie géospatiale de 2004, comparée à celle de 2022 (carte 8).





Carte 8: Occupation des sols du terroir villageois de Kabadio en 2004 et 2022



La carte d'occupation du sol de 2004, comparée à celle de 2022 révèle dix grandes mutations dans le terroir de Kabadio. Les différentes mutations correspondent à des régressions, des progressions et une disparition notée au niveau de la classe eau durant la prise de vue de l'image en 2022. Quatre ordres de régression ont été identifiés dans ces changements, contre cinq classes de progression. En effet, la classe Forêt est passée de 574,62 ha en 2004 à 367,91 ha en 2022 soit de 46,07% à 29,50%. Cette situation pourrait s'expliquer, comme c'est le cas dans les autres terroirs villageois, par la progression des zones de cultures et l'implantation continue des vergers. Avec la progression des tannes dans la partie ouest et nord-ouest du village vers l'intérieur de la localité, les surfaces en eau sont asséchées et les rizières exploitées ou abandonnées, disparaissent dans certains endroits. L'extension des tannes est passée de 53,11 ha en 2004 à 128,34 ha en 2022, soit de 4,26% à 10,29%. Pendant ce temps, les rizières abandonnées ou exploitées ont vu leurs superficies passer de 27,19 ha à 3,42 ha ; et de 78,05 ha à 33,85 ha soit respectivement de 2,18% à 0,27% et de 6,26% à 2,71%. Ces deux classes d'occupation du sol sont loin d'être les seules victimes de pertes de surfaces face à la colonisation des terres par les tannes à Kabadio. En effet, les palétuviers ont perdu plus de la moitié de leurs superficies entre 2004 et 2022. Ils sont passés de 48,81 ha en 2004 à 23,01 ha en 2022 soit respectivement de 3,91% à 1,85% de la superficie du terroir. Face à l'évolution démographique notée presque partout dans les terroirs étudiés, les surfaces du bâti se sont vues multiplier par deux à Kabadio. Elles sont passées de 3,38 ha en 2004 à 7,81 ha en 2022 soit de 0,27% à 0,63% en valeur relative. Suite à une perte continue des terres rizicoles, les populations ont mis en place des stratégies d'adaptation dans l'exploitation agricole. Ainsi, une orientation vers l'arboriculture fruitière s'impose avec l'implantation progressive des vergers comme nous le montre la carte 8 ci-dessus. Les surfaces de vergers sont passées de 91,47 ha en 2004 à 198,10 ha en 2022 soit de 29,05% à 38,73% en valeur relative. L'activité arboricole est une activité pourvoyeuse d'emplois et de revenus dans cette zone avec la vente de pépinières (orangers, manguiers, mandariniers, anacardiens, citronniers, pamplemoussiers, papayers, etc.). Dans ces vergers, de braves femmes développent de façon permanente leur activité de maraîchage. A côté de ces vergers jouxtent les cultures de plateau à l'image de l'arachide, du niébé, du sésame, du maïs, etc. Les zones de cultures ont subi une évolution positive dans le terroir de Kabadio. Elles sont passées de 362,33 ha en 2004 à 482,98 ha en 2022 soit de 29,05% à 38,73% en valeur relative (figure 19).

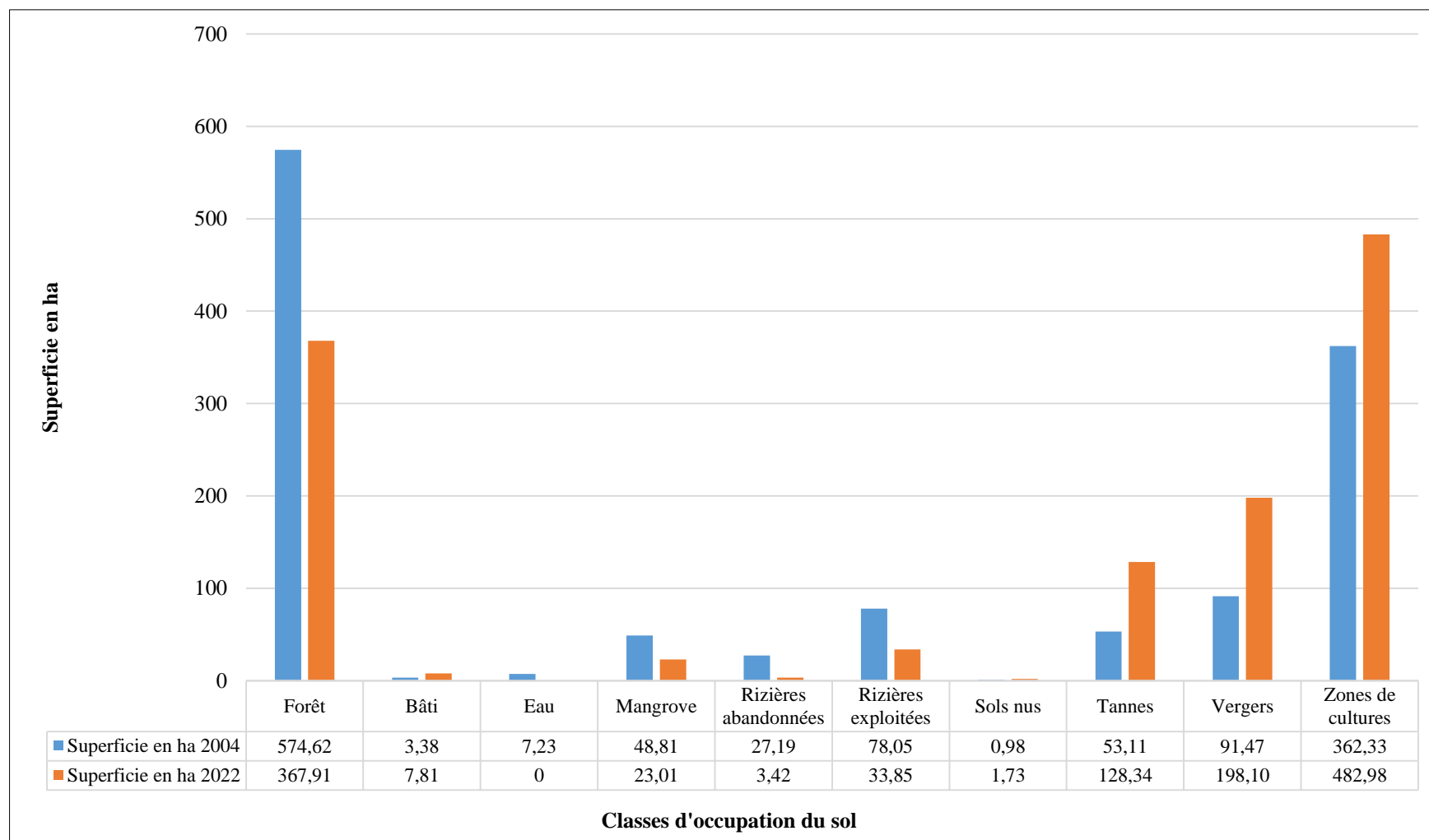


Figure 19: Occupation des sols à Kabadio en 2004 et 2022

### **2.1.5.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Kabadio entre 2004 et 2022**

Les taux de progression et ceux annuels d'expansion ou de régression des catégories d'occupation du sol en 2004 et 2022 ont permis d'analyser et de chercher à connaître les raisons de ces variations. L'examen de la carte d'occupation du sol de 2004, comparée à celle de 2022 montre des changements manifestes dans le paysage de Kabadio. Ainsi, avec la progression des zones de cultures et l'implantation continue d'année en année des vergers, on assiste à un recul notable du couvert végétal. La classe Forêt a perdu -206,71 ha soit une régression de -35,97% et un taux de diminution moyen annuel de -0,91%. Pendant ce temps, les classes qui occupent les vergers et les zones de cultures gagnent chacune 106,63 ha et 120,65 ha soit une progression de 116,57% et 33,30%, avec des taux d'expansion annuels moyens respectifs de 1,57% et 0,58%. Parallèlement, on enregistre une extension des tannes entre 2004 et 2022. Les surfaces occupées par les tannes ont évolué de 75,23 ha, soit une progression de 141,65% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,80%. Cette progression des tannes a vu diminuer voire même disparaître à certains endroits, les classes rizières abandonnées et celles exploitées.

Les rizières abandonnées et celles exploitées ont eu des pertes de surfaces entre 2004 et 2022, de l'ordre de -23,77 ha et -44,2 ha soit des régressions de -87,42% et -56,63%, pour des taux respectifs de pertes moyens annuels de -4,23% et -1,70%.

La mangrove a suivi cette même logique de perte de surfaces pendant cette période. Elle a perdu -25,8 ha soit une régression de -52,86% et un taux de perte moyen annuel de -1,53%. Quant à la surface du bâti, elle a eu une augmentation de 4,43 ha soit une progression de 131,07% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,71%. Les sols nus ont suivi cette même dynamique de gain de surfaces, en enregistrant 0,75 ha soit une progression de 76,53% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,16% (tableau 9).

Tableau 9: Evolution des superficies du terroir villageois de Kabadio en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 574,62           | 367,91 | 46,07           | 29,50 | -35,97                              | -0,91                                |
| Bâti                 | 3,38             | 7,81   | 0,27            | 0,63  | 131,07                              | 1,71                                 |
| Eau                  | 7,23             | -      | 0,58            | -     | -                                   | -                                    |
| Mangrove             | 48,81            | 23,01  | 3,91            | 1,85  | -52,86                              | -1,53                                |
| Rizières abandonnées | 27,19            | 3,42   | 2,18            | 0,27  | -87,42                              | -4,23                                |
| Rizières exploitées  | 78,05            | 33,85  | 6,26            | 2,71  | -56,63                              | -1,700                               |
| Sols nus             | 0,98             | 1,73   | 0,08            | 0,14  | 76,53                               | 1,16                                 |
| Tannes               | 53,11            | 128,34 | 4,26            | 10,29 | 141,65                              | 1,80                                 |
| Vergers              | 91,47            | 198,10 | 7,33            | 15,88 | 116,57                              | 1,57                                 |
| Zones de cultures    | 362,33           | 482,98 | 29,05           | 38,73 | 33,30                               | 0,58                                 |

### 2.1.6. État d'occupation des terres du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022

Situé à l'extrémité nord-ouest du département de Bignona, Katak est un village de la commune de Kataba 1. Il est accessible à partir de Diouloulou en passant par Kouidioubé et Mahmouda II par une route latérite en état délabrée. Le village de Katak créé vers les années 1920, a hérité son nom de ses ressources potentielles : fertilité des terres, disponibilité de palmiers à huile et de rôniers à perte de vue, ainsi que de la pêche avec son bras de mer qui lui sépare de la Gambie, servant ainsi de limite frontalière avec le Sénégal.

En effet, le village recevait des migrants saisonniers qui venaient soit pour la pêche, soit pour la cueillette de l'huile de palme ou le vin de palme.

C'est de là d'où est venu le nom Katak qui veut dire en diola *karone* (un dialecte de la langue diola) « venez prendre ». En d'autres termes, « si vous voulez travailler, vous y trouverez quelque chose à amener ».

Son premier habitant du nom *d'Essamaye* est originaire de l'île de Boko. Chez les diolas, le nom « *Essamaye* » est donné à des hommes travailleurs pour montrer leur bravoure. La synthèse de la dynamique de l'occupation du sol observée en 2004 et 2022 est présentée dans la figure 20 ci-dessous.

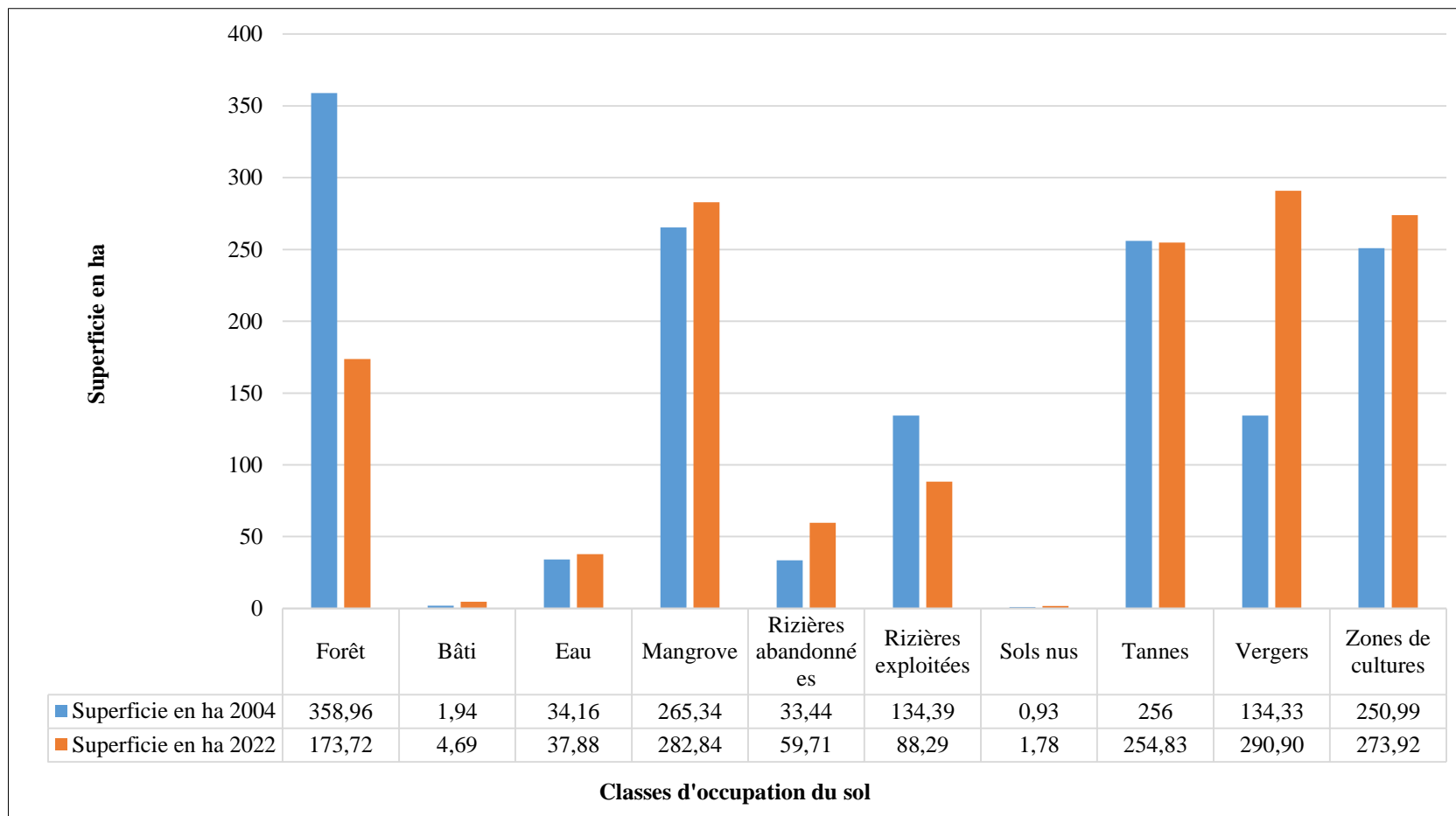
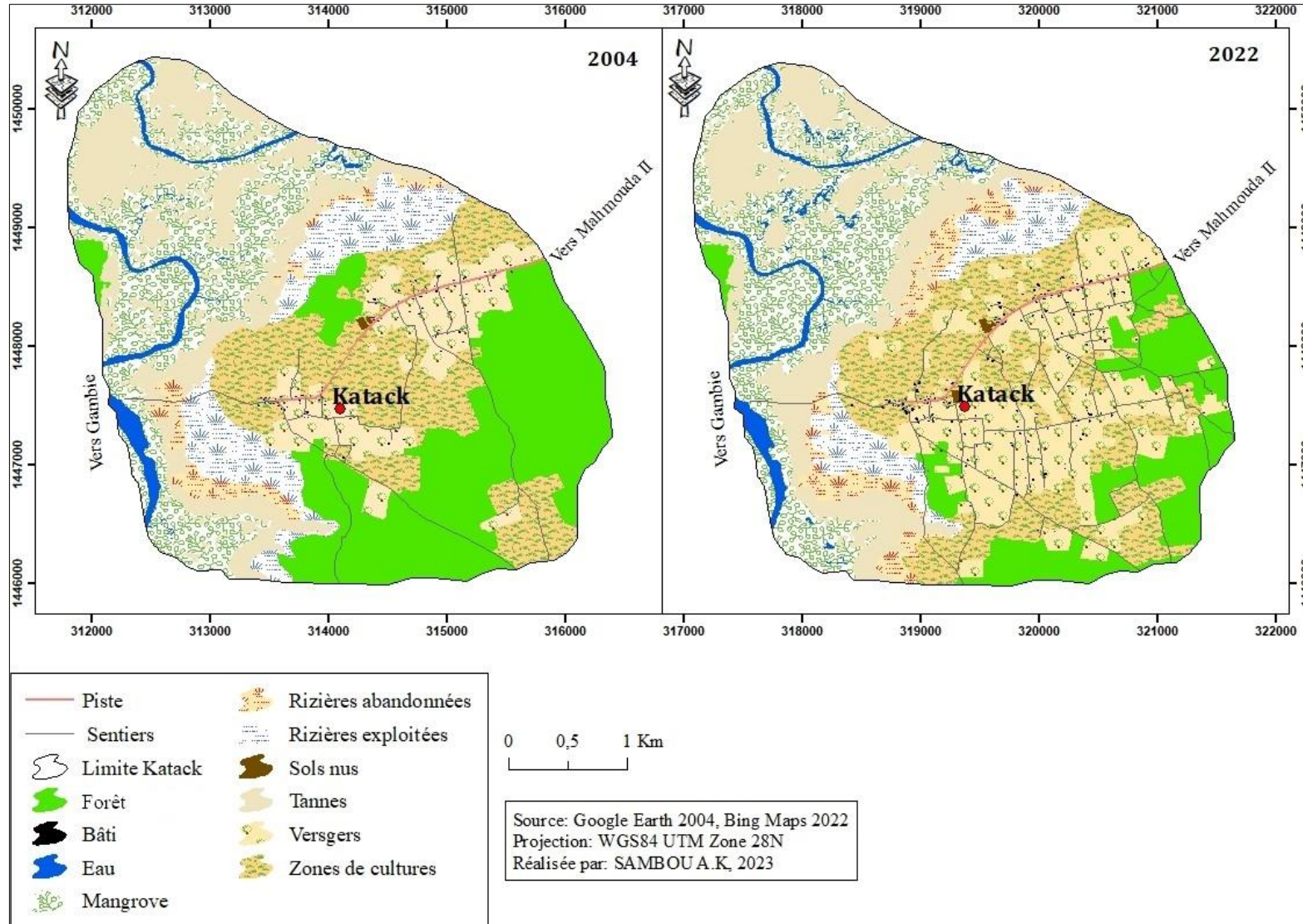


Figure 20: Occupation des sols à Katak en 2004 et 2022

Il ressort de l'analyse de la figure 20 que la formation végétale a perdu un espace important dans le terroir de Katak entre 2004 et 2022. Elle est passée de 358,96 ha en 2004 à 173,72 ha en 2022 soit de 24,41% à 11,83%. Comme dans presque toutes les localités, cette situation peut s'expliquer par la mise en place des vergers et la progression des zones de cultures. Ces deux dernières sont passées chacune de 134,33 ha à 290,90 ha et de 250,99 ha à 273,92 ha, soit de 9,13% à 19,81% et de 17,07% à 18,65% respectivement. Le problème de la salinisation des terres (parcelles rizicoles particulièrement) est un phénomène réel dans le village de Katak, affectant même des puits de la localité. En effet, les rizières exploitées sont passées de 134,39 ha en 2004 à 88,29 ha en 2022 soit de 9,14% à 6,01% de la superficie totale de la localité. Il devient donc urgent de mettre en place une digue anti-sel pour soulager la population.

Quant à des rizières abandonnées, leurs superficies sont passées de 33,44 ha en 2004 à 59,71 ha en 2022 soit de 2,27% à 4,07%. Les surfaces du bâti ont presque doublé à Katak durant cette période. Elles sont passées de 1,94 ha en 2004 à 4,69 ha en 2022 soit de 0,13% à 0,32%. Contrairement aux autres localités-cibles, à Katak, l'extension des tannes a connu une légère diminution. Ils sont passés de 256 ha en 2004 à 254,83 ha en 2022 soit de 17,41% à 17,35%. L'extension de la mangrove quant à elle, a connu une augmentation. Elle est passée de 265,34 ha en 2004 à 282,84 ha en 2022 soit de 18,04% à 19,26% (carte 9).



Carte 9: Occupation des sols du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022

### **2.1.6.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Katakack entre 2004 et 2022**

L'interprétation des images sur l'état d'occupation des sols dans le terroir de Katakack a permis de faire ressortir les différentes classes d'occupation des terres et de suivre leur évolution dans le temps. La dynamique de l'occupation des sols en 2004 et 2022 a révélé d'importantes mutations spatiales. En effet, durant ces années, les classes : forêt, rizières exploitées et tannes, ont vu leurs superficies diminuer. La végétation a perdu -185,24 ha soit une régression de -51,60% et un taux de diminution moyen annuel de -1,48%. S'agissant des tannes, ils ont connu une légère perte de -1,17 ha de leurs surfaces, soit une régression de -0,46% et un taux de perte moyen annuel de -9,36%. Les rizières exploitées ont suivi ce même rythme de perte, enregistrant ainsi -46,1 ha soit une régression de -34,30% et un taux de perte moyen annuel de -0,85%. Parallèlement à ces pertes de parcelles rizicoles, nous assistons à une progression des rizières abandonnées, ayant un gain de 26,27 ha soit une augmentation de 78,56% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,18%. Dans la plupart des terroirs étudiés, l'arboriculture occupe une place importante. Les surfaces de vergers ont connu une augmentation de 156,57 ha soit une progression de 116,56% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,57%. De la même manière que la population augmente, les surfaces du bâti progressent et les besoins de parcelles pour l'agriculture suivent aussi cette dynamique. Ainsi, les surfaces du bâti ont évolué de 2,75 ha soit une progression de 141,75% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,80%. Les zones de cultures ont aussi évolué de 22,93 ha soit une progression de 9,14% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,17%. Contrairement à Kabadio où elles ont connu d'importantes pertes, les mangroves ont bien évolué à Katakack. Elles ont augmenté de 17,5 ha soit une progression de 6,60% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,13% (tableau 10). Cette situation peut s'expliquer par les reboisements régulièrement organisés par la population.

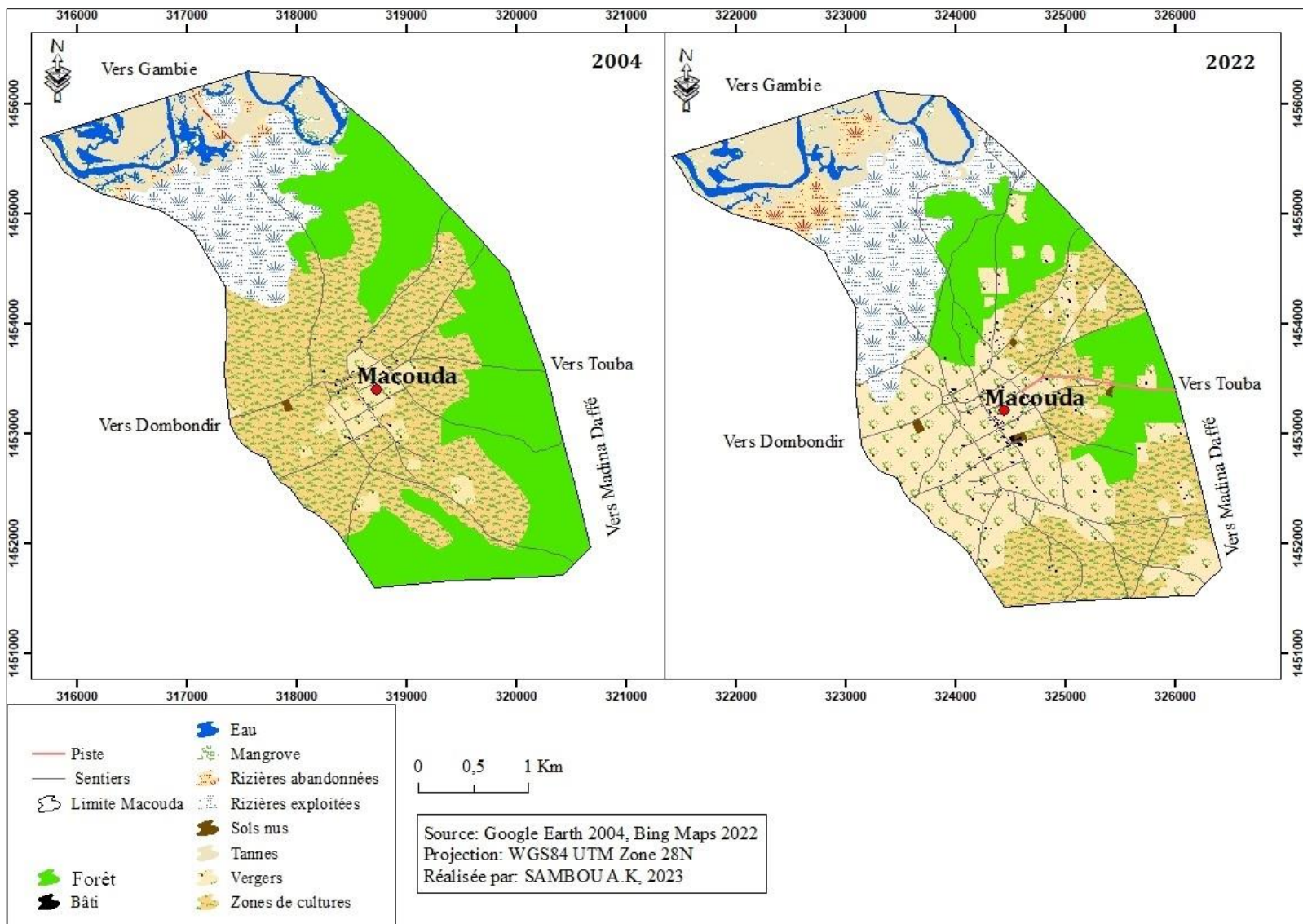


Tableau 10: Evolution des superficies du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 358,96           | 173,72 | 24,41           | 11,83 | -51,60                              | -1,48                                |
| Bâti                 | 1,94             | 4,69   | 0,13            | 0,32  | 141,75                              | 1,80                                 |
| Eau                  | 34,16            | 37,88  | 2,32            | 2,58  | 10,89                               | 0,21                                 |
| Mangrove             | 265,34           | 282,84 | 18,04           | 19,26 | 6,60                                | 0,13                                 |
| Rizières abandonnées | 33,44            | 59,71  | 2,27            | 4,07  | 78,56                               | 1,18                                 |
| Rizières exploitées  | 134,39           | 88,29  | 9,14            | 6,01  | -34,30                              | -0,85                                |
| Sols nus             | 0,93             | 1,78   | 0,06            | 0,12  | 91,40                               | 1,32                                 |
| Tannes               | 256              | 254,83 | 17,41           | 17,35 | -0,46                               | -9,36                                |
| Vergers              | 134,33           | 290,90 | 9,13            | 19,81 | 116,56                              | 1,57                                 |
| Zones de cultures    | 250,99           | 273,92 | 17,07           | 18,65 | 9,14                                | 0,17                                 |

### 2.1.7. État d'occupation des terres du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022

Créé vers 1700 (Roche, 1985), le village de Macouda fut un ancien site de collecte des impôts pour la zone de Diouloulou. Les premiers occupants de ce village étaient Baïnouk et le premier chef de village portait le nom de Fodé Moussa. Le nom Macouda octroyé à la localité est à l'origine de la guerre. Lorsqu'un farouche marabout mandingue (Fodé Sylla) dont la mission est la conquête de l'islam, pénétra le village par la frontière avec la Gambie, ses soldats attaquèrent d'abord la hutte du roi d'alors. Cette hutte fut encerclée et le chef recommanda d'ouvrir la porte doucement afin d'éviter que les occupants ne se réveillent, pour que tous soient tués sous l'expression « *daa maacou* ». C'est de là qu'est sorti le nom Macouda qui veut dire, pousse le pilon et fais doucement. Les affrontements violents et cette conquête de l'islam ont obligé les Baïnouks à quitter le village. Comme dans les autres terroirs villageois étudiés, l'agriculture constitue la principale activité à Macouda. L'analyse de la carte de 2004, comparativement à celle de 2022, montre des mutations de l'occupation du sol du village de Macouda (carte 10).



Carte 10: Occupation des sols du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022

L'analyse de l'occupation des sols à Macouda nous a permis d'identifier les changements majeurs entre les années 2004 et 2022. Ces mutations notées sont entre autres, l'extension des surfaces du bâti et la conversion des zones de cultures en vergers. La perte de surfaces de palétuviers se traduit par l'extension des tannes et l'abandon de certaines terres rizicoles. L'extension de la mangrove est passée de 12,20 ha en 2004 à 3,93 ha en 2022, soit de 1,01% à 0,33%. Elle a perdu -8,27 ha soit une régression de -67,79% et un taux de perte moyen annuel de -2,31%. Cette situation pourrait s'expliquer par la remontée du sel qui a occasionné une augmentation des tannes de 19,58 ha, soit une progression de 19,34% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,36%. Durant cette période, cette classe d'occupation du sol est passée de 101,26 ha en 2004 à 120,84 ha en 2022 soit de 8,40% à 10,02%. Toujours dans cette logique, les rizières abandonnées ont vu leurs superficies augmenter en passant de 10,43 ha en 2004 à 37,20 ha en 2022 soit de 0,87% à 3,08%. Elles ont eu un gain de 26,77 ha soit une progression de 256,66% et un taux d'expansion moyen annuel de 2,59%. Suite à une progression des tannes, nous observons souvent dans les villages précédents, une perte des rizières exploitées, ce qui n'est pas le cas à Macouda où les parcelles rizicoles ont progressé de 2004 à 2022. Elles sont passées de 153,28 ha en 2004 à 195,74 ha en 2022, soit de 12,72% à 16,23%. Ces emblavures rizicoles ont augmenté de 42,46 ha soit une progression de 27,70% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,49%. Cette situation s'explique par le développement de la culture du riz de plateau ces dernières années. Un témoignage a été noté chez les populations à travers ces propos « *nous avons beaucoup de problèmes avec le phénomène de la salinisation des rizières et aujourd'hui nous sommes obligés d'exploiter le riz au niveau du plateau pour nourrir nos familles. Nous pensons qu'il est urgent de mettre en place des digues anti-sel* ». Les eaux de surface ont enregistré également des pertes en extension. Elles sont passées de 38,07 ha en 2004 à 27,70 ha soit de 3,16% à 2,30%. Celles-ci ont diminué de -10,37 ha soit une régression de -27,24% et un taux de diminution moyen annuel de -0,64%. Comme pour la plupart des terroirs étudiés, la forêt a perdu une bonne partie de ses superficies au profit des vergers, mais aussi du bâti. Les surfaces occupées par la végétation sont passées de 395,07 ha en 2004 à 202,05 ha en 2022 soit de 32,78% à 16,75%. Elles ont perdu -193,02 ha soit une régression de -48,86% et un taux de perte moyen annuel de -1,37%. Pendant ce temps, l'extension des vergers a beaucoup évolué. Elle est passée de 50,68 ha en 2004 à 349,70 ha en 2022, soit de 4,2% à 29% de la superficie totale du terroir. Cette progression des vergers a occasionné une diminution importante des zones de cultures. Ces dernières sont passées de 442,35 ha en 2004 à 261,71 ha en 2022 soit de 36,70% à 21,70%. Elles ont perdu -180,64 ha soit une régression de -40,84% et un taux de perte moyen annuel de -1,07%.

Cette situation confirme la nouvelle tendance qui consiste en une reconversion ou réorientation progressive des populations vers l'arboriculture très prometteuse. A Macouda, le gros problème des arboriculteurs et des exploitants maraîchers est le problème des attaques des cultures ainsi que la disponibilité de l'eau en permanence comme dans tant d'autres localités. Les populations de Macouda souffrent encore plus que les autres à cause de son enclavement. Il n'y a aucun véhicule de liaison qui quitte ce village pour Diouloulou alors que le transport des motos Djakarta coûte excessivement cher. Cette situation oblige les populations à écouler leurs produits à vil prix en Gambie, plus proche.

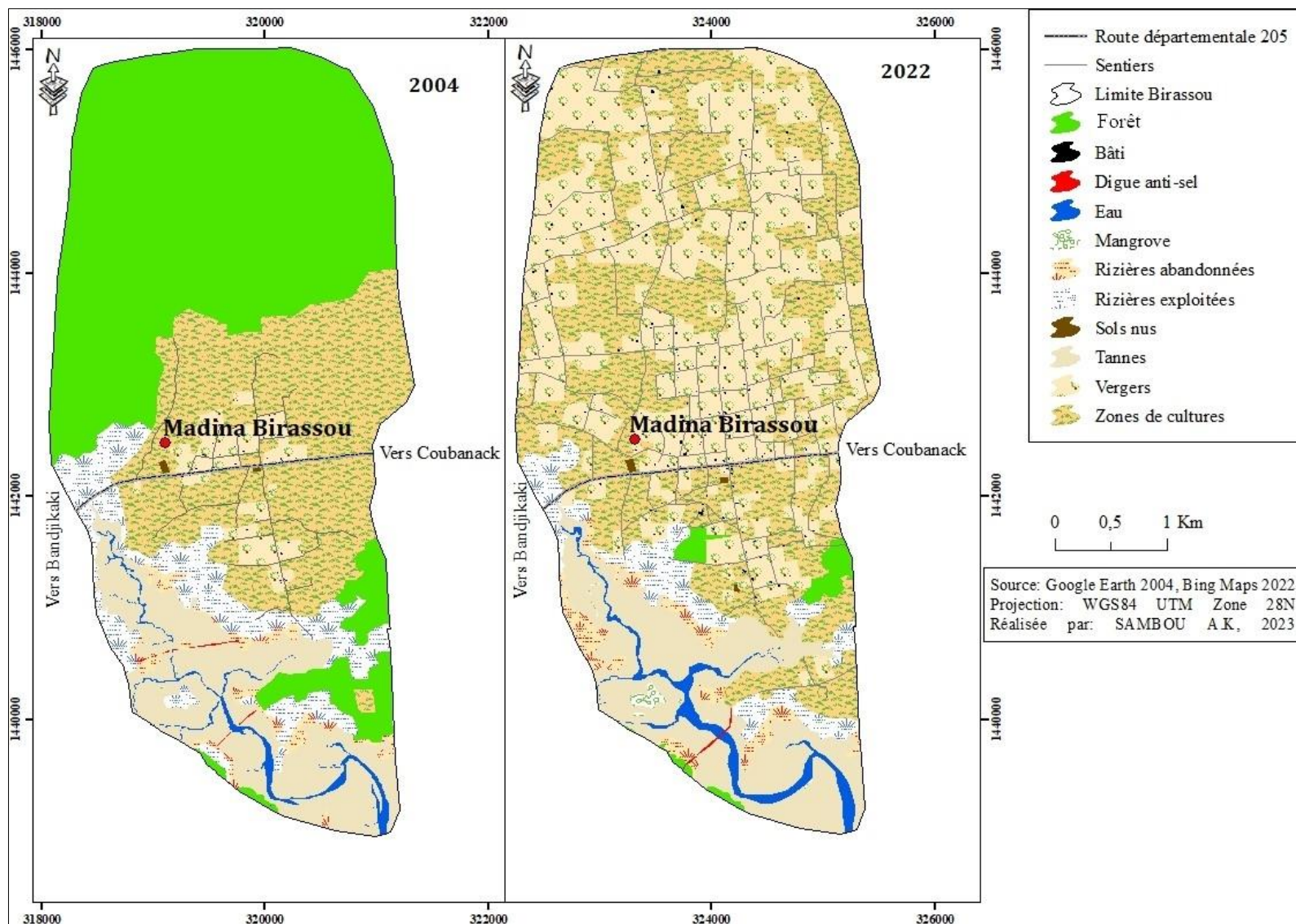
Avec nos entretiens, une jeune femme a fait un témoignage à travers ces propos « *nos produits sont plus vendus en Gambie qu'à Diouloulou et il faut se réveiller entre 1h-2h du matin pour avoir un véhicule, mais nous préférons Diouloulou que la Gambie, parce qu'avec la monnaie, on gagne moins après avoir vendu* ». Les surfaces du bâti et les sols nus ont aussi augmenté en 2022, comparativement à 2004. La classe d'occupation des sols nus est passée de 0,70 ha en 2004 à 2,58 ha en 2022 soit de 0,06% à 0,21%. Elle a augmenté de 1,88 ha soit une progression de 268,57% et un taux d'expansion moyen annuel de 2,66%. Parallèlement, le bâti a vu ses superficies évoluer positivement. Elles sont passées de 1,34 ha en 2004 à 4,67 ha en 2022 soit de 0,11% à 0,39%. Les habitations ont augmenté de 3,33 ha soit une progression de 248,51% et un taux d'expansion moyen annuel de 2,55% (tableau 11). Cette progression est inhérente à la croissance démographique.

Tableau 11: Evolution des superficies du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 395,07           | 202,05 | 32,78           | 16,75 | -48,86                              | -1,37                                |
| Bâti                 | 1,34             | 4,67   | 0,11            | 0,39  | 248,51                              | 2,55                                 |
| Eau                  | 38,07            | 27,70  | 3,16            | 2,30  | -27,24                              | -0,64                                |
| Mangrove             | 12,20            | 3,93   | 1,01            | 0,33  | -67,79                              | -2,31                                |
| Rizières abandonnées | 10,43            | 37,20  | 0,87            | 3,08  | 256,66                              | 2,59                                 |
| Rizières exploitées  | 153,28           | 195,74 | 12,72           | 16,23 | 27,70                               | 0,49                                 |
| Sols nus             | 0,70             | 2,58   | 0,06            | 0,21  | 268,57                              | 2,66                                 |
| Tannes               | 101,26           | 120,84 | 8,40            | 10,02 | 19,34                               | 0,36                                 |
| Vergers              | 50,68            | 349,70 | 4,2             | 29    | 590,02                              | 3,94                                 |
| Zones de cultures    | 442,35           | 261,71 | 36,70           | 21,70 | -40,84                              | -1,07                                |

### **2.1.8. État d'occupation des terres du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022**

Madina Birassou est une localité située dans la commune de Kataba 1, sur la route départementale D205 Diouloulou-Kafountine. Son premier occupant fut Idrissa Badji, un homme originaire du village de Dianki, dans le *Blouf*. L'origine du nom Birassou vient du mot diola « *bourassoul* » qui signifie votre nourriture. En effet dans la localité, il y avait beaucoup de ressources naturelles et les gens y venaient s'en procurer. D'ailleurs auparavant, les habitants avaient mis en place un comité qui distribuait les terres à qui veut habiter, et de façon gratuite. Selon le chef de village, cette situation a fait que beaucoup de personnes se sont accaparées des terres. Cela a conduit à leur vente illégale, déraisonnée, entraînant aujourd'hui un épuisement des réserves foncières de la localité comme l'illustre la carte 11. Cette vente illégale, anarchique des terres a engendré des conflits internes entre les familles. Madina Birassou est une localité où l'agriculture constitue une activité principale de subsistance pour la population. Cela est justifié par l'importance des emblavures de vergers et des zones de cultures qui occupent plus de la moitié de la superficie du terroir en 2022 (carte 11).



Carte 11: Occupation des sols du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022

L'analyse de la carte 11 montre que la végétation s'est fortement dégradée au profit soit des zones de cultures, soit des surfaces de vergers. Les superficies du couvert végétal sont passées de 826,92 ha en 2004 à 25,73 ha en 2022 soit de 45,56% à 1,42% de la superficie totale du village. Cette situation s'explique par l'achat massif des terres à des fins d'habitation et d'exploitation agricole. L'importance de l'arboriculture dans ce terroir a permis aux vergers d'occuper une grande surface entre 2004 et 2022. Ces surfaces de vergers sont passées de 66,53 ha en 2004 à 701,06 ha en 2022 soit de 3,67% à 38,64%. L'apport économique de cette activité est le résultat de cette progression des vergers. S'agissant des zones de cultures, leurs superficies sont de 466,53 ha en 2004 à 652,14 ha en 2022 soit de 25,70% à 35,94%. Il ressort également du suivi de l'évolution des surfaces du terroir une augmentation des tannes. Ils sont passés de 248,70 ha en 2004 à 255,64 ha en 2022 soit de 13,70% à 14,09%. Cette situation a entraîné une évolution des rizières abandonnées. Celles-ci ont vu leurs superficies passer de 27,54 ha en 2004 à 41,71 ha en 2022 soit de 1,52% à 2,30%. Parallèlement, nous assistons à un recul des superficies des rizières exploitées qui passent de 156,77 ha en 2004 à 93,54 ha en 2022, soit de 8,64% à 5,16%. En plus de la remontée de la langue salée dans les bas-fonds, la divagation des animaux est aussi une cause de découragement de la population sur la riziculture. Par ailleurs, nous assistons à une augmentation des surfaces de mangrove. Elles sont passées de 0,12 ha en 2004 à 4,65 ha en 2022 soit de 0,01% à 0,26%. Cette régénérescence peut être caractérisée de naturelle puisque les actions de reboisement sont presque absentes dans la localité. Les surfaces en eau ont aussi évolué à Madina Birassou. Elles sont passées de 19,70 ha en 2004 à 33,41 ha en 2022 soit de 1,09% à 1,84%. L'immigration dans la localité de Madina Birassou est une réalité. Cette situation a favorisé l'augmentation des surfaces du bâti qui passent de 1,02 ha en 2004 à 5,13 ha en 2022 soit de 0,06% à 0,28%. En revanche, les sols nus ont timidement progressé passant de 1,10 ha en 2004 à 1,49 ha en 2022, soit de 0,06% à 0,08% (figure 21).

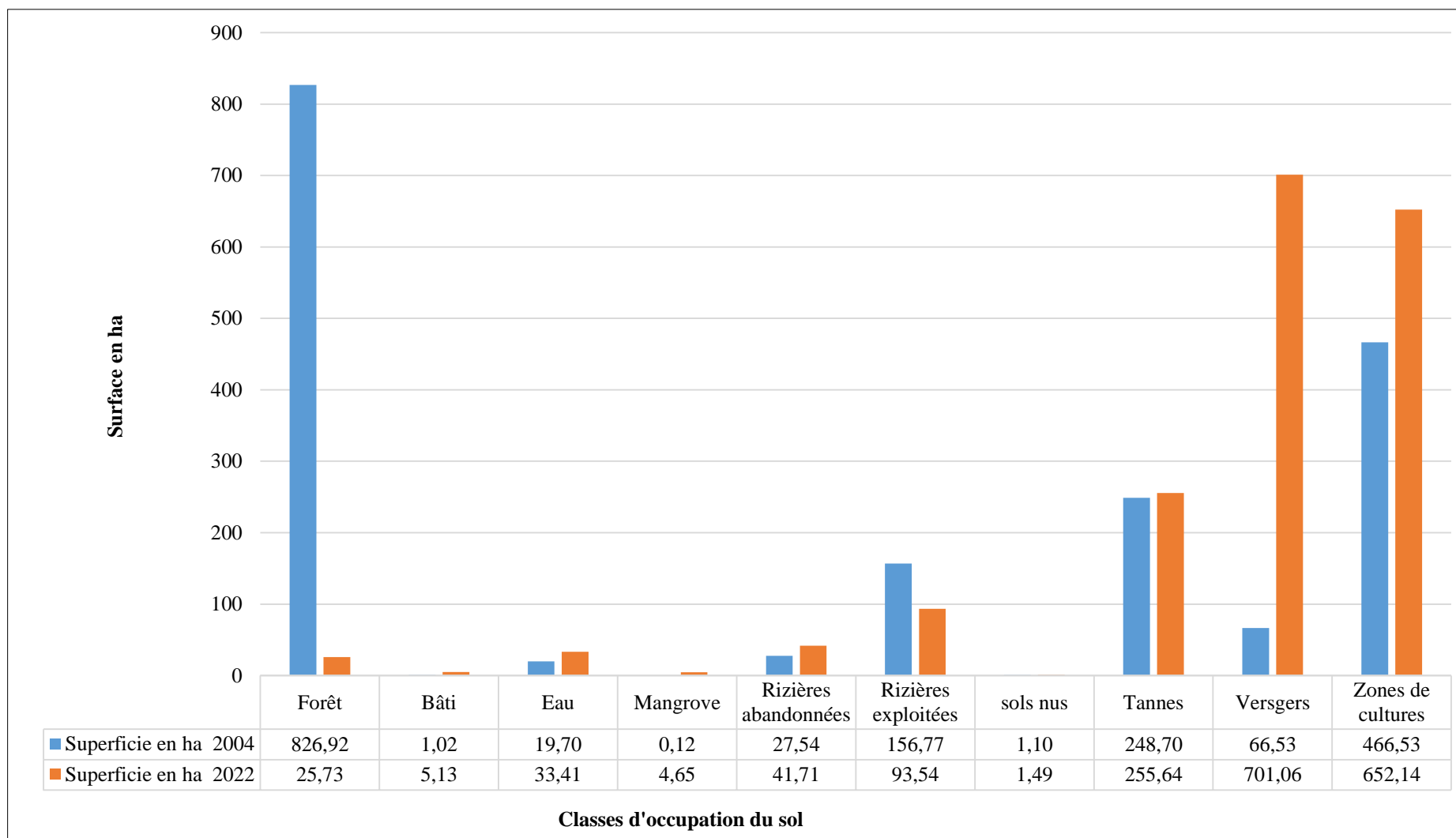


Figure 21: Occupation des sols à Madina Birassou en 2004 et 2022



### **2.1.8.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Madina Birassou entre 2004 et 2022**

Pour faciliter l'identification des changements du paysage, les taux de progression et les taux d'expansion ou de régression moyen annuels de chaque classe d'occupation du sol ont été calculés. Il ressort du tableau 12 que beaucoup de catégories de classes d'occupation du sol ont évolué, contre deux seulement qui ont connu une régression à savoir les rizières exploitées et la classe forêt. Les superficies du couvert végétal ont fortement diminué de -801,19 ha soit une régression de -96,89% et un taux perte moyen annuel de -7,09%. Comme c'est le constat dans les autres terroirs villageois, cette situation s'explique par l'implantation massive des vergers mais aussi le développement des zones de cultures. Les rizières exploitées quant à elles, ont diminué de -63,23 ha soit une régression de -40,33% et un taux de diminution moyen annuel de -1,05%. Parallèlement, nous enregistrons une progression de 51,45% des rizières abandonnées. Celles-ci ont connu une augmentation de 14,17 ha soit un taux d'expansion moyen annuel de 0,84%. La prise de conscience de la jeunesse sur le retour à la terre ainsi que les revenus importants que génère l'agriculture ont conduit à une forte progression des emblavures des vergers et des zones de cultures. En effet, les jeunes s'activent ardemment dans l'arboriculture fruitière et l'exploitation maraîchère.

C'est au rythme de cette logique que les surfaces des vergers ont augmenté de 634,53 ha, soit une progression de 953,75% et un taux d'expansion moyen annuel de 4,81%. Les surfaces des zones de cultures ont également connu une progression de 39,79%. Elles ont augmenté de 185,65 ha soit un taux d'expansion moyen annuel de 0,68%. Aujourd'hui, les changements climatiques et leurs impacts sur les activités agricoles sont d'actualité dans toutes les localités-cibles. La diminution ou le retard de la pluviométrie engendre une progression des tannes qui conduit à l'abandon progressif des rizières. Les tannes ont vu leurs superficies augmenter de 6,94 ha soit une progression de 2,79% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,05%. Pour ce qui est des sols nus, ils ont eu une légère augmentation de 0,39 ha soit une progression de 35,45% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,62%. S'agissant de la mangrove, elle a enregistré un taux de progression de 3,77% entre 2004 et 2022. Sa superficie a évolué de 4,53 ha soit un taux d'expansion moyen annuel de 7,47%. Parallèlement, le bâti a augmenté de 4,11 ha soit une progression de 4,03% et un taux d'expansion moyen annuel de 3,30% (tableau 12).

Tableau 12: Evolution des superficies du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 826,92           | 25,73  | 45,56           | 1,42  | -96,89                              | -7,09                                |
| Bâti                 | 1,02             | 5,13   | 0,06            | 0,28  | 4,03                                | 3,30                                 |
| Eau                  | 19,70            | 33,41  | 1,09            | 1,84  | 69,59                               | 1,07                                 |
| Mangrove             | 0,12             | 4,65   | 0,01            | 0,26  | 3,77                                | 7,47                                 |
| Rizières abandonnées | 27,54            | 41,71  | 1,52            | 2,30  | 51,45                               | 0,84                                 |
| Rizières exploitées  | 156,77           | 93,54  | 8,64            | 5,16  | -40,33                              | -1,05                                |
| sols nus             | 1,10             | 1,49   | 0,06            | 0,08  | 35,45                               | 0,62                                 |
| Tannes               | 248,70           | 255,64 | 13,70           | 14,09 | 2,79                                | 0,05                                 |
| Vergers              | 66,53            | 701,06 | 3,67            | 38,64 | 953,75                              | 4,81                                 |
| Zones de cultures    | 466,53           | 652,14 | 25,70           | 35,94 | 39,79                               | 0,68                                 |

### 2.1.9. État d'occupation des terres du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022

Le terroir villageois de Madina Daffé est situé au nord de la commune de Kataba 1, à moins d'une dizaine de kilomètres de la frontière gambienne. Il est limité à l'Est par le village de Séléty, à l'Ouest par une partie des villages de Macouda et de Kouidioubé, au Nord par le village de Touba et au Sud par Koulobori.

Madina Daffé est une localité peuplée à majorité par des mandingues. Il existe également une minorité de diolas, regroupée dans un même quartier. L'agriculture est l'activité principale de la population. Cependant, la riziculture est une activité presque inexistante à Madina Daffé. Les raisons à l'origine de l'abandon de cette activité selon les populations sont entre autres, l'ensablement des rizières et la divagation des animaux. Cette situation a conduit aujourd'hui à une progression massive des zones de cultures de plateau au détriment du couvert végétal. L'analyse de la dynamique de l'occupation des sols révèle des mutations assez importantes. Les résultats de cette analyse sont consignés dans le tableau 13 ci-après.

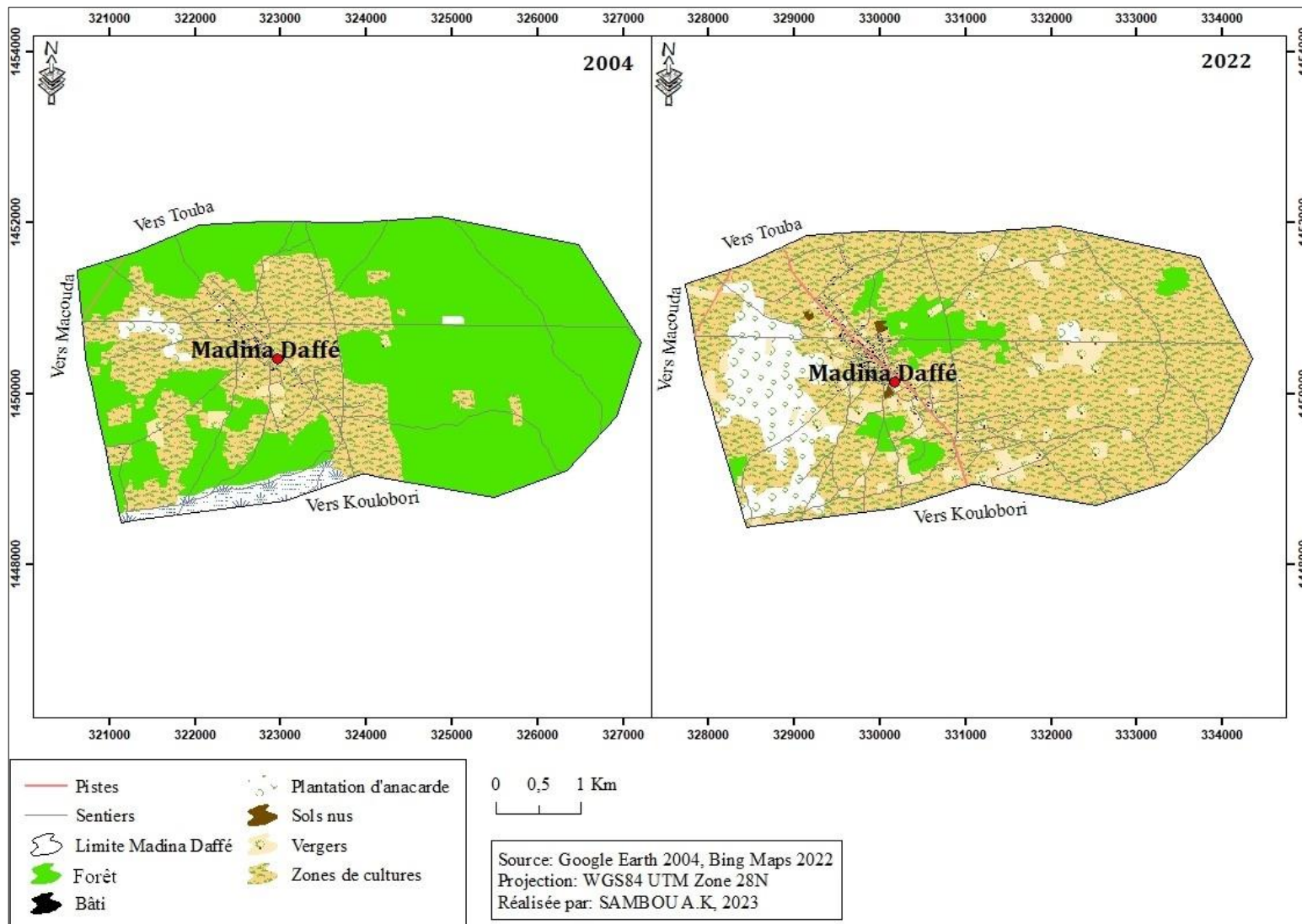
Tableau 13: Evolution des superficies du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022

| Classes               | Superficie en ha |         | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|-----------------------|------------------|---------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                       | 2004             | 2022    | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                 | 1200,59          | 111,13  | 64,55           | 6,04  | -90,74                              | -4,86                                |
| Bâti                  | 1,96             | 5,74    | 0,11            | 0,31  | 192,86                              | 2,19                                 |
| Plantation d'anacarde | 22,37            | 194,39  | 1,2             | 10,56 | 768,98                              | 4,41                                 |
| Rizières exploitées   | 57,69            | -       | 3,1             | -     | -                                   | -                                    |
| Sols nus              | -                | 3,55    | -               | 0,19  | -                                   | -                                    |
| Vergers               | 21,14            | 149,68  | 1,14            | 8,13  | 608,04                              | 4                                    |
| Zones de cultures     | 556,12           | 1375,20 | 29,90           | 74,74 | 147,28                              | 1,85                                 |

L'examen de ce tableau 13 permet de comprendre que la physionomie du paysage de Madina Daffé est largement dominée par la végétation en 2004 couvrant ainsi 1200,59 ha, ce qui n'est pas le cas en 2022. Le couvert végétal est passé de 1200,59 ha en 2004 à 111,13 ha en 2022, soit de 64,55% à 6,04% de la superficie totale du village. Il a enregistré une forte perte de -1089,46 ha soit une régression de -90,74% et un taux de perte moyen annuel de -4,86%. Hormis le déboisement, assujetti à la recherche de terres cultivables, cette situation peut aussi s'expliquer par l'exploitation importante du bois et du charbon de bois dans cette zone frontalière à la Gambie. A Madina Daffé, une situation d'apparition et de disparition de deux classes distinctes a été notée en 2022. En effet, les rizières exploitées qui occupaient 3,1% de la superficie du terroir en 2004 ont disparu en 2022 au profit des zones de cultures. Pendant ce temps, on enregistre une apparition des sols nus dont le taux d'occupation du terroir villageois est de 0,19%. La filière de l'anacarde est devenue incontournable dans la partie sud du pays. Madina Daffé ne fait pas exception à cette situation. Les surfaces occupées par les plantations d'anacarde en 2004 ont fortement augmenté. Elles sont passées de 22,37 ha à 194,39 ha en 2022 soit de 1,2% à 10,56%. Ces surfaces ont évolué de 172,02 ha soit une progression de 768,98% et un taux d'expansion moyen annuel de 4,41%.

La filière de l'anacarde participe dans la diversification des activités des populations depuis le ramassage jusqu'au stockage et génère beaucoup d'emplois temporaires. Les surfaces du bâti ont également subi une augmentation en 2022. Elles sont passées de 1,96 ha en 2004 à 5,74 ha en 2022 soit de 0,11% à 0,31%. Elles ont enregistré un taux d'expansion moyen annuel de 2,19%. L'arboriculture fruitière, même si elle n'est pas d'une très grande envergure à Madina Daffé, a tout de même évolué positivement entre 2004 et 2022. Les surfaces de vergers sont passées de 21,14 ha en 2004 à 149,68 ha en 2022 soit de 1,14% à 8,13%.

Les vergers ont enregistré une progression de 608,04% durant cette période. Leurs superficies ont augmenté de 128,54 ha soit un taux d'expansion moyen annuel de 4%. Aujourd'hui, presque partout dans le village, on remarque des jeunes plantations d'agrumes qui commencent à émerger. A ce rythme, les zones de cultures verront leurs superficies être «phagocytées» par les vergers dans un futur proche comme c'est le cas dans d'autres terroirs villageois. La dynamique de l'occupation du sol entre 2004 et 2022 est aussi marquée par la forte augmentation des zones de cultures à Madina Daffé. Celles-ci sont passées de 556,12 ha en 2004 à 1375,20 ha en 2022 soit de 29,90% à 74,74% de la superficie totale du terroir. Les zones de cultures ont évolué de 819,08 ha soit une progression de 147,28% et enregistrent un taux d'expansion moyen annuel de 1,85% (carte 12). Cette progression des zones de cultures conduit à un abandon de certaines pratiques culturales comme la jachère, conduisant de fait, à un épuisement des terres fertiles.



Carte 12: Occupation des sols du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022

### **2.1.10. État d'occupation des terres du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022**

Mahmouda II est une localité qui recèle des potentialités. Elle dispose d'une végétation luxuriante où progressent les zones de cultures, le bâti et les vergers. La générosité de la nature permet à la population de profiter des activités de la cueillette des fruits comme le « *Saba senegalensis* », communément appelé « *maad* » localement. Sa valeur économique est devenue très importante. Le néré « *Parkia biglobosa* » dont la poudre constitue un bon aliment de renforcement nutritionnel pour la population autochtone et ses graines très commercialisées, font de lui un produit à haute valeur socioéconomique. Le « *Detarium senegalense* », encore appelé « *ditax* » en langue wolof, fait partie des espèces fruitières forestières les mieux exploitées dans la localité. C'est un fruit très populaire et largement consommé dans le pays sous forme de boisson, de marmelade, de sorbet ou à l'état frais.

Dans la localité, la récolte de ce fruit est organisée de telle sorte qu'il faut ouvrir la saison durant la période de cueillette pour permettre aux jeunes d'entrer dans la brousse, et un prix unique est fixé à cet effet. Sur l'ensemble de l'étendu du terroir villageois, les résultats de l'interprétation des images montrent qu'en 2004, 287,28 ha soit 46,79% de cet espace était occupé par la végétation. Sur l'image de 2022, nous pouvons constater que le couvert végétal a connu une régression qui l'amène à 124,44 ha, soit 20,04% de la superficie du terroir. Comme évoqué dans d'autres terroirs, le développement des zones de cultures ainsi que les vergers sont responsables de cette situation. Le bâti a aussi évolué, passant de 1,67 ha en 2004 à 3,29 ha en 2022 soit de 0,27% à 0,53%, ce qui s'explique par la croissance démographique relativement importante dans la localité. Les surfaces de tannes ont grandement évolué à Mahmouda II. Elles sont passées de 10,63 ha en 2004 à 20,54 ha en 2022 soit de 1,73% à 3,31%. Cette évolution positive a impacté sur les rizières exploitées et la mangrove qui a complètement disparu en 2022. Ces surfaces rizicoles exploitées sont passées de 87,95 ha en 2004 à 63,22 ha en 2022 soit de 14,32% à 10,18% de la surface totale du terroir. Parallèlement au rythme d'évolution des tannes, nous assistons à une diminution des rizières abandonnées. Leurs superficies sont passées de 7,42 ha en 2004 à 5,47 ha en 2022 soit de 1,21% à 0,88%. Quant aux sols nus, ils ont légèrement évolué en passant de 0,68 ha en 2004 à 1,50 ha en 2022 soit de 0,11% à 0,24%. L'imagerie géospatiale montre une forte progression des zones de cultures et des vergers. Les emblavures des vergers sont passées de 24 ha en 2004 à 86,18 ha en 2022 soit de 3,91% à 13,88% de la surface totale du terroir. S'agissant des zones de cultures, elles constituent la classe d'occupation du sol la plus évoluée positivement.

Leurs surfaces sont passées de 194,24 ha en 2004 à 316,44 ha en 2022 soit de 31,64% à 50,95%. Cela montre encore une fois la prédominance de l'activité agricole dans le terroir (figure 22).

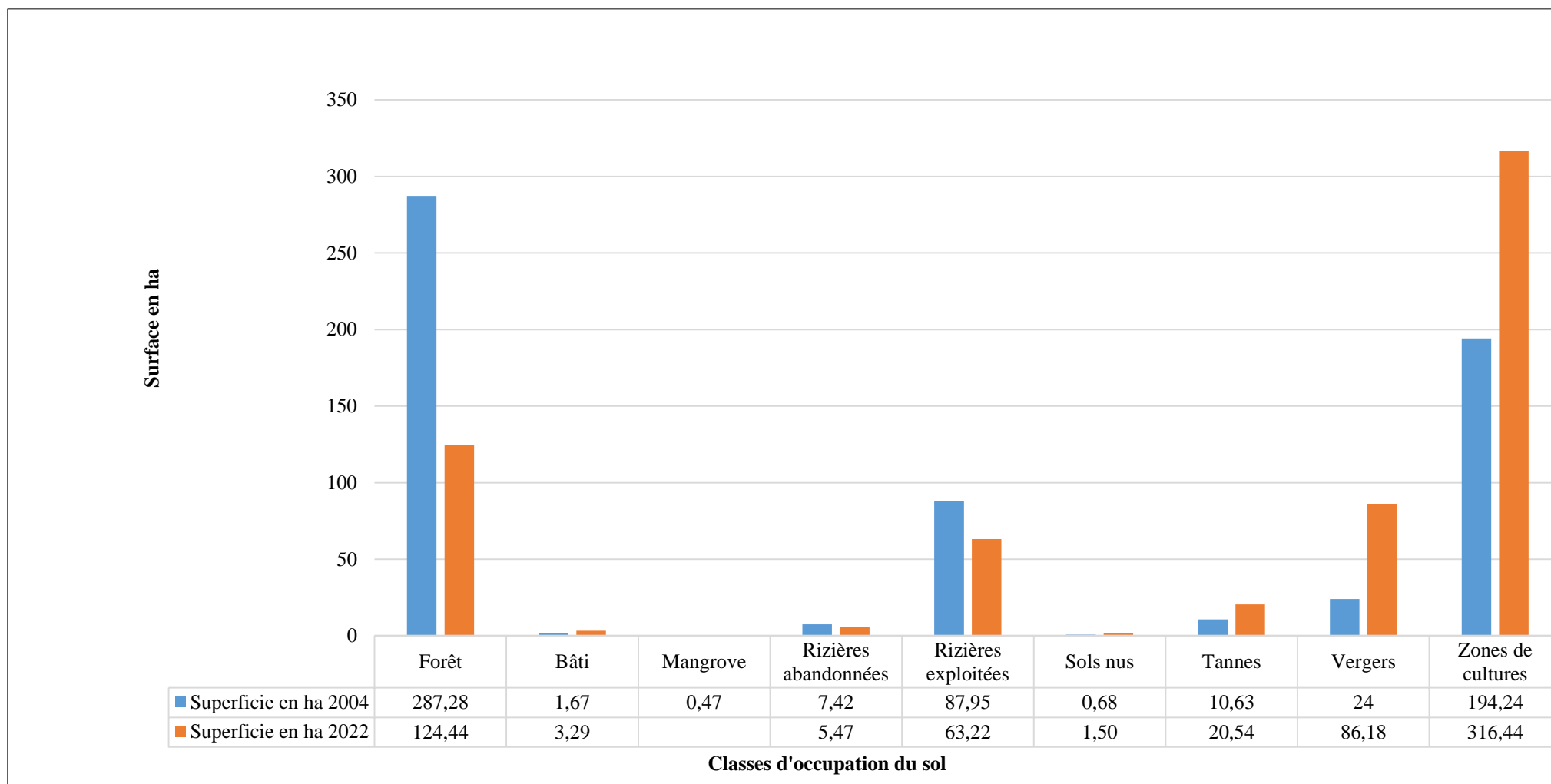


Figure 22: Occupation des sols à Mahmouda II en 2004 et 2022



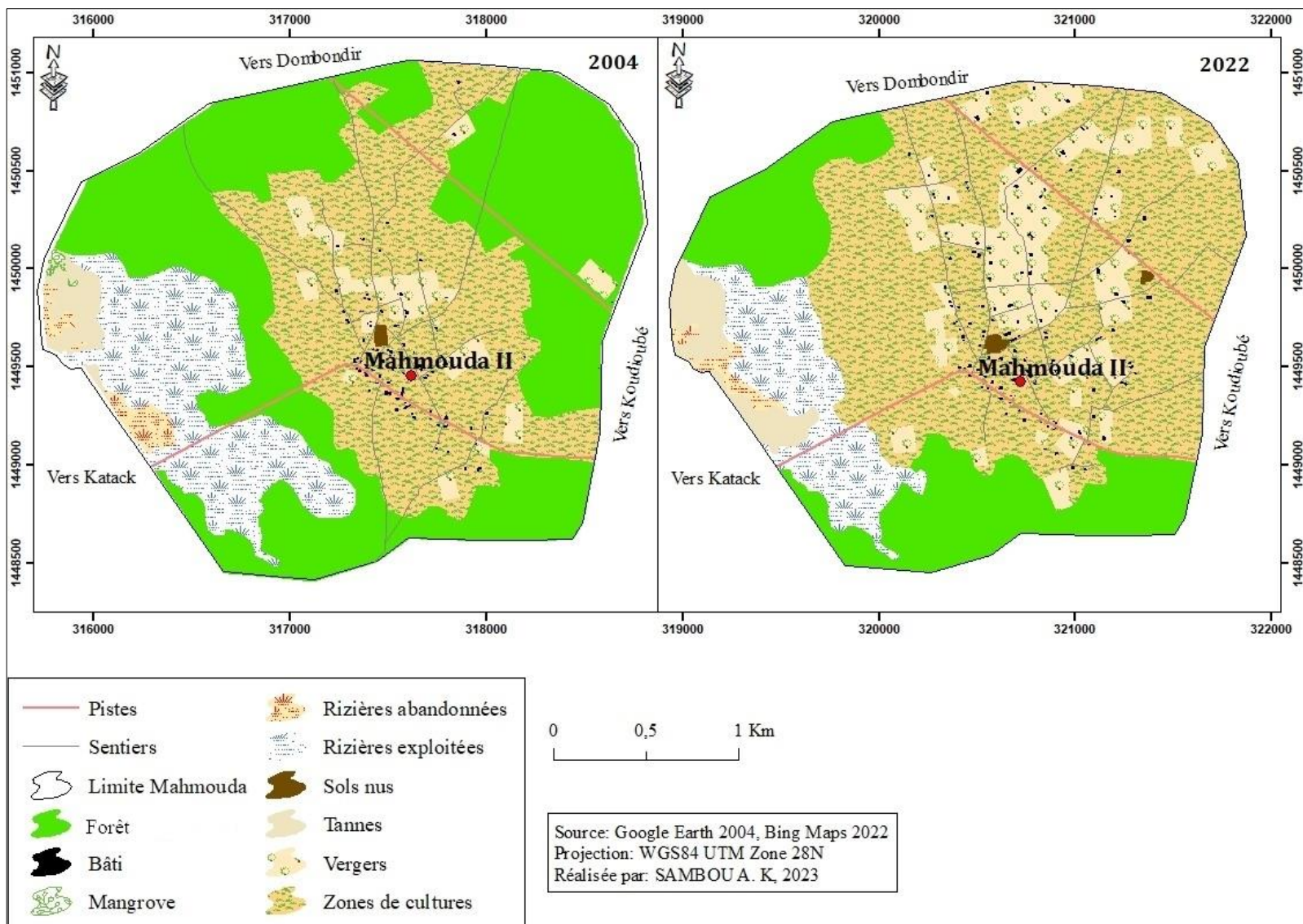
### **2.1.10.1. Mutations paysagères dans le terroir villageois de Mahmouda II entre 2004 et 2022**

Il ressort de l'analyse cartographique que le paysage du terroir de Mahmouda II a eu des changements en 2022, comparativement à 2004. L'écart entre les superficies de chaque classe d'occupation du sol entre ces deux dates donne une indication globale des mutations intervenues. Au niveau des bas-fonds, les rizières exploitées ont perdu -24,73 ha soit une régression de -28,12% et un taux de perte moyen annuel de 0,67%. Les rizières abandonnées ont également connu une régression de -26,28%. Elles ont légèrement perdu une superficie de -1,95 ha soit un taux de diminution moyen annuel de -0,62%.

Suite à une forte exploitation des terres dans leur mise en valeur, la végétation suit un rythme régressif dans la localité. Elle a perdu pendant ces dix-huit années -162,84 ha soit une régression de -56,68% et un taux de perte moyen annuel de -1,7%. Un autre changement majeur noté dans cette dynamique d'occupation du sol, c'est aussi la disparition de la mangrove en 2022. C'est une classe qui avait un faible taux d'occupation de 0,08% de la superficie totale du terroir, soit 0,47 ha. Cette situation est corollaire à la forte évolution des surfaces de tannes. Celles-ci ont évolué de 9,91 ha soit une progression de 93,23% et un taux d'expansion moyen annuel de 1,34%. Comme on peut le constater aujourd'hui, aussi dans les zones urbaines que rurales, la croissance démographique suit un rythme fulgurant. Cette croissance de la population a conduit à une augmentation des surfaces du bâti de 1,62 ha à Mahmouda II, avec une progression de 97,01% soit un taux d'expansion moyen annuel de 1,38%. Le terroir villageois de Mahmouda II ne fait pas exception à la réputation agricole et arboricole octroyée à cette zone. En effet, les surfaces de vergers ont évolué de 62,18 ha entre 2004 et 2022. Elles ont enregistré un taux d'expansion moyen annuel de 2,61%. Cette situation peut s'expliquer par la rentabilité de cette activité avec l'implication massive des jeunes dans son exploitation. Les zones de cultures quant à elles, ont connu une évolution intéressante comme on peut le constater sur la carte 13. Leurs superficies ont augmenté de 122,2 ha soit une progression de 62,91% et un taux d'expansion moyen annuel de 0,99% (tableau 14). Ces mutations paysagères sont visibles à travers la carte illustrative 13.

Tableau 14: Evolution des superficies du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022

| Classes              | Superficie en ha |        | Superficie en % |       | Progression en %<br>entre 2004-2022 | Taux moyen annuel<br>d'expansion (%) |
|----------------------|------------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | 2004             | 2022   | 2004            | 2022  |                                     |                                      |
| Forêt                | 287,28           | 124,44 | 46,79           | 20,04 | -56,68                              | -1,7                                 |
| Bâti                 | 1,67             | 3,29   | 0,27            | 0,53  | 97,01                               | 1,38                                 |
| Mangrove             | 0,47             | -      | 0,08            | -     | -                                   | -                                    |
| Rizières abandonnées | 7,42             | 5,47   | 1,21            | 0,88  | -26,28                              | -0,62                                |
| Rizières exploitées  | 87,95            | 63,22  | 14,32           | 10,18 | -28,12                              | -0,67                                |
| Sols nus             | 0,68             | 1,50   | 0,11            | 0,24  | 120,59                              | 1,61                                 |
| Tannes               | 10,63            | 20,54  | 1,73            | 3,31  | 93,23                               | 1,34                                 |
| Vergers              | 24               | 86,18  | 3,91            | 13,88 | 259                                 | 2,61                                 |
| Zones de cultures    | 194,24           | 316,44 | 31,64           | 50,95 | 62,91                               | 0,99                                 |



Carte 13: Occupation des sols du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022

## **Conclusion**

L'analyse de la dynamique paysagère des terres dans les terroirs villageois-cibles montre globalement une tendance similaire, à quelques exceptions près. Les terroirs étudiés ont connu des mutations spatiales importantes en 2022, comparativement à 2004. En effet, la situation de l'occupation et de l'usage des sols a évolué durant cette période. Des changements ont été notés à travers des mutations, des reconversions de cultures et la disparition de certaines emblavures. Les mutations les plus manifestes sont entre autres :

- l'augmentation partout dans l'ensemble des terroirs des surfaces de vergers montrant ainsi la reconversion des exploitants agricoles vers l'arboriculture et le maraîchage qui sont toutes les deux, de grandes consommatrices de pesticides ;
- l'augmentation des surfaces du bâti partout dans les terroirs villageois étudiés ;
- l'augmentation des zones de cultures dans toutes les localités excepté Colomba, Coubanack et Macouda où la reconversion de quelques superficies en vergers a été notée ;
- la régression des surfaces de palétuviers dans la majorité des villages sauf à Coubanack, Diannah et Katak où nous avons enregistré une évolution positive de la mangrove, et une faible augmentation notée à Madina Birassou ;
- la perte de surfaces des terres rizicoles presque partout dans les terroirs étudiés ;
- l'augmentation des surfaces de tannes dans tous les villages à l'exception de Katak où nous avons enregistré une légère diminution et à Madina Daffé où cette classe est absente.

L'étalement spatial observé dans les localités pourrait être un gage de la croissance démographique endogène, constatée ces dernières années. Les emblavures au niveau des plateaux, témoignent l'apport économique des activités qui s'y développent.

## **Conclusion partielle**

Les menaces liées à la variabilité climatique intra et interannuelle ainsi que la dégradation de l'environnement en Basse-Casamance et particulièrement dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, sont de nature à porter atteinte à la sécurité environnementale et alimentaire dans le long terme. La sécurité environnementale découle d'un ensemble de facteurs conjoints parmi lesquels le niveau des ressources disponibles, l'état de la concurrence pour l'accès à ces ressources, l'état de la stabilité sociale et politique ainsi que la migration.

Dans cette étude, la variabilité climatique s'est fait remarquer sur les mutations agraires enregistrées dans les terroirs villageois étudiés durant les années 2004 et 2022.

Ces changements ont conduit à la disparition de certaines emblavures, obligeant ainsi les exploitants agricoles à trouver des stratégies d'adaptation orientées plus vers d'autres cultures comme le maraichage et l'arboriculture fruitière pour subvenir à leurs besoins.

## **DEUXIEME PARTIE :**

### **PRATIQUES AGRICOLES ET RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES**

Aujourd'hui, le souci d'augmenter la productivité des sols et la production agricoles conduit les exploitants du même nom à utiliser des pesticides pour lutter contre les bioagresseurs. Les pesticides chimiques de synthèse sont utilisés à cet effet. Cependant, plusieurs études ont souligné l'existence de mauvaises pratiques phytosanitaires : non-respect des doses prescrites des règles de protection et d'hygiène conseillées lors des traitements, mauvaise gestion des emballages des pesticides. Dans cette partie, nous allons dans un premier temps, décrire les pratiques agricoles associées aux systèmes de productions mis en place par les exploitants agricoles depuis la préparation jusqu'à la commercialisation en passant par le labour. Ensuite, nous nous intéresserons aux pratiques d'usage des pesticides. Il s'agit de faire un focus sur la manière dont ces produits chimiques sont utilisés depuis leur acquisition sur le marché, leur stockage avant manipulation dans les sites d'exploitation.

---

## **CHAPITRE III : PRATIQUES AGRICOLES ET SYSTEMES DE PRODUCTION**

---

Les pratiques agricoles correspondent aux techniques culturales, aux types de cultures, aux matériels agricoles et aux moyens utilisés par les exploitants depuis le désherbage jusqu'à la commercialisation de la production en passant par le labour, la semence, la fertilisation du sol par les engrais (chimique ou organique), le binage, le traitement des cultures aux pesticides, la récolte, et l'entreposage. Une pratique agricole ne se limite pas à des règles ni à des principes d'action. L'exploitant agricole fait des choix et prend des décisions compte tenu de ses objectifs et des moyens dont il dispose. Tributaire du fonctionnement de l'exploitation dans son ensemble, la pratique agricole est donc personnalisée, reposant sur un système de production. Quant aux systèmes de production agricoles, c'est un ensemble de production (végétale et animale) et de facteurs de production (terre, travail, capital) que le producteur gère pour satisfaire ses besoins socio-économiques et culturels. S'agissant du système de culture, il peut être perçu comme une surface traitée de manière homogène, avec des cultures soumises à un ordre de succession et des itinéraires techniques. Ces systèmes sont donc applicables à l'exploitation individuelle ou collective dans un terroir donné.

### **3.1. Caractéristiques sociodémographiques des exploitants agricoles**

Les 300 exploitants agricoles interrogés dans le cadre de cette étude sont majoritairement des hommes (59,3%), contre 40,7% de femmes. La majeure partie des exploitants agricoles sont mariés (89,3%). Parmi les exploitants agricoles enquêtés, 27,3% sont analphabètes et 29% ont atteint un niveau élémentaire. Un taux d'analphabétisme très élevé (73,2%) a été noté chez les femmes. Dans cette étude, les exploitants agricoles qui ont atteint un niveau d'étude supérieur sont tous des hommes (14%). L'enseignement coranique n'est pas négligé dans cette zone surtout dans les villages où la communauté mandingue est très importante comme à Diannah et à Kabadio. On y retrouve beaucoup d'écoles coraniques « traditionnelles » où les enfants « talibés » comme on les appelle, se retrouvent la plupart pendant la nuit autour du feu pour apprendre le coran chez leurs maîtres coranique. En effet, 17% des exploitants agricoles ont fait l'école coranique. Cependant, 82,3% parmi eux ne peuvent pas lire le français. Ce taux important vient renforcer davantage celui des analphabètes déjà mentionné ci-dessus. L'étude de ces éléments sociodémographiques permet d'analyser les caractéristiques liées à la connaissance des produits chimiques utilisés, mais aussi de mesurer la vulnérabilité des exploitants agricoles face à la problématique de l'utilisation et de la gestion des pesticides.

Dans la zone des Niayes, les résultats de Diop, 2013 montrent qu'en terme d'alphabétisation, 49,5% des maraîchers n'avait pas reçu d'éducation formelle avec une variabilité des pourcentages selon les sites d'exploitation. Plusieurs ethnies se trouvent dans les terroirs villageois du Bliss et du Fogny Kombo. Parmi celles-ci, les diola (65,7%), les mandingues (28,3%), les peuls (2,3%), les sérères (1,7%), les balantes (1,3%) et autres ethnies (Manjacques et Mancagnes par exemple) (0,7%) sont recensées lors de nos enquêtes (tableau 15).

Tableau 15: Niveau d'instruction des exploitants agricoles en fonction du genre

|              |   | Niveau d'instruction |             |                 |             |                |               | Total |              |
|--------------|---|----------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|---------------|-------|--------------|
|              |   | Analpha<br>bète      | Coranique   | Élémenta<br>ire | Moyen       | Second<br>aire | Supérie<br>ur |       |              |
| <b>Sexe</b>  | <b>Femme</b>                              | Effectif             | 60          | 21              | 30          | 6              | 5             | 0     | <b>122</b>   |
|              | % compris dans<br>Niveau<br>d'instruction | 73,2%                | 41,2%       | 34,5%           | 18,2%       | 15,2%          | 0%            |       | <b>40,7%</b> |
| <b>Sexe</b>  | <b>Homme</b>                              | Effectif             | 22          | 30              | 57          | 27             | 28            | 14    | <b>178</b>   |
|              | % compris dans<br>Niveau<br>d'instruction | 26,8%                | 58,8%       | 65,5%           | 81,8%       | 84,8%          | 100%          |       | <b>59,3%</b> |
| <b>Total</b> | Effectif                                  | 82                   | 51          | 87              | 33          | 33             | 14            |       | <b>300</b>   |
|              | % compris dans<br>Niveau<br>d'instruction | <b>100%</b>          | <b>100%</b> | <b>100%</b>     | <b>100%</b> | <b>100%</b>    | <b>100%</b>   |       | <b>100%</b>  |

(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Une autre caractéristique sociodémographique intéressante dans cette étude constitue l'âge des exploitants agricoles. La tranche d'âge dominante chez les exploitants agricoles interrogés est les plus de 30 ans (90,3% des enquêtés), suivie des exploitants dont l'âge est compris entre 20 et 30 ans (8%). Dans ce sillage, nous avons catégorisé l'âge de nos interlocuteurs en fonction de leur niveau d'instruction (tableau 16).



Tableau 16: Niveau d'instruction des exploitants agricoles en fonction de l'âge

|                     |   | Niveau d'instruction |               |                     |             |                |             | Total       |
|---------------------|---|----------------------|---------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
|                     |   | Analpha<br>bête      | Corani<br>que | Éléme<br>nt<br>aire | Moyen       | Secondai<br>re | Supérieur   |             |
| Age du<br>répondant | Effectif  | 0                    | 1             | 1                   | 0           | 0              | 0           | 2           |
|                     | % compris dans<br>Niveau<br>d'instruction                   | 0%                   | 2%            | 1,1%                | 0%          | 0%             | 0%          | 0,7%        |
|                     | Effectif  | 74                   | 50            | 76                  | 31          | 26             | 14          | 271         |
|                     | +30 ans<br>% compris dans<br>Niveau<br>d'instruction        | 90,2%                | 98%           | 87,4%               | 93,9%       | 78,8%          | 100%        | 90,3%       |
|                     | Effectif  | 8                    | 0             | 10                  | 1           | 5              | 0           | 24          |
|                     | 20 à 30<br>ans<br>% compris dans<br>Niveau<br>d'instruction | 9,8%                 | 0%            | 11,5%               | 3%          | 15,2%          | 0%          | 8%          |
|                     | Effectif  | 0                    | 0             | 0                   | 1           | 2              | 0           | 3           |
|                     | 20 ans<br>% compris dans<br>Niveau<br>d'instruction         | 0%                   | 0%            | 0%                  | 3%          | 6,1%           | 0%          | 1%          |
|                     | Effectif  | 82                   | 51            | 87                  | 33          | 33             | 14          | 300         |
|                     | <b>Total</b><br>% compris dans<br>Niveau<br>d'instruction   | <b>100%</b>          | <b>100%</b>   | <b>100%</b>         | <b>100%</b> | <b>100%</b>    | <b>100%</b> | <b>100%</b> |

(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### 3.2. Techniques culturales

Si l'on entend par pratiques agricoles la manière d'agir des exploitants agricoles, cela signifie qu'on ne peut pas dissocier les méthodes techniques utilisées par l'exploitant du contexte de mise en œuvre de celles-ci.

#### 3.2.1. Le défrichage et le désherbage

Le défrichage des nouvelles parcelles se fait de manière manuelle par les exploitants. Cette activité débute généralement en Décembre et peut se poursuivre jusqu'en Mars selon l'exploitant et la disponibilité de la main d'œuvre. C'est un défrichage respectivement suivi de mis en tas et brûlis (photo 1).

Actuellement, il arrive que certains exploitants agricoles attendent les premières pluies avant de procéder au défrichage de leurs parcelles et cela, pour plusieurs raisons.

Les observations dans certaines localités nous amènent à constater qu'il existe en milieu paysan des méthodes permettant de concilier un labour tardif (avec les retards pluviométriques) et la présence d'adventices couvrant naturellement le sol en début de la saison des pluies. Quand les herbes atteignent une taille importante, les agriculteurs procèdent à un désherbage manuel et font un labour en enfouissant totalement l'herbe qui va servir d'humus pour le sol. En revanche, d'autres font un labour qui n'enfouit pas totalement les herbes ; le semis se fait ensuite sur les raies de labour. Après la levée, l'exploitant procède à l'arrachage des adventices et à les étaler entre les lignes de semis.



Photo 1: Parcelle en cours de défrichage à Macouda, en 2022 (*Cliché AKS, juillet 2022*)

### **3.2.2. L'amendement ou la fertilisation organique ou minérale dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo**

L'apport de fertilisants au sol constitue une étape importante pour un agriculteur. C'est un travail qui lui permet de rendre ses terres fertiles afin d'obtenir de meilleurs rendements.

En effet, la fertilisation chimique comme organique sont pratiquées par les exploitants agricoles interrogés dans le Bliss et le Fogny Kombo.

L'engrais minéral est généralement utilisé dans le maraîchage, les cultures céréalières et dans une moindre mesure celles rentières (79,2% des enquêtés). En Effet, l'urée est l'engrais chimique le plus utilisé par les exploitants agricoles de notre échantillon avec un taux de 29,1% des répondants. Le NPK (triple 15) vient en seconde position des fertilisants chimiques utilisés suivi du NPK (10-10-20) avec respectivement 25,3% et 15,6% des exploitants agricoles interrogés. D'autres engrais chimiques sont aussi utilisés mais à de moindres proportions. Il s'agit entre autres du NPK (6-20-10) et du NPK (23-10-5) dont respectivement 7,2% et 2% des exploitants en font recours. Lors de nos enquêtes sur le terrain, beaucoup d'exploitants ont témoigné le rejet du recours à la fertilisation chimique des sols (57,3%) (figure 23). Pour certains, l'usage de l'engrais minéral à long terme conduit à l'appauvrissement des sols. Selon ces derniers particulièrement les maraîchers, beaucoup de produits issus des terres amendées par les fertilisants chimiques pourrissent très vite, comparés à ceux récoltés dans des terres fertilisées avec la matière organique.

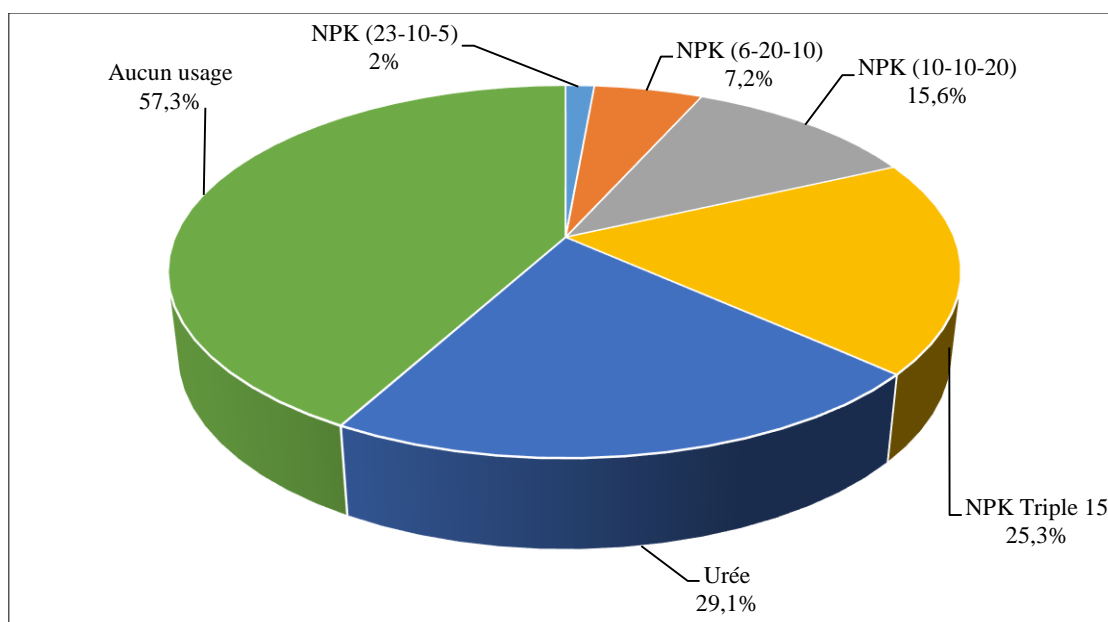


Figure 23: Types de fertilisants chimiques utilisés dans le Bliss et le Fogy Kombo en 2020  
(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

La fertilisation organique des terres est une pratique traditionnelle chez les exploitants agricoles de Bliss et de Fogy Kombo. Plusieurs matières organiques sont utilisées pour l'amendement des sols. La fumure animale est le fertilisant organique le plus utilisés par les exploitants (83,7%). Elle est utilisée sous plusieurs formes, selon la disponibilité du cheptel.

Le système de parcage du troupeau dans des parcelles ou vergers est récurrent dans l'amendement des terres agricoles.

Selon la fertilité des parcelles, le paysan fait immobiliser le troupeau dans la parcelle durant la nuit, et pendant quelques semaines de manière à répartir les déjections le maximum possible. Cette technique du parcage, très commune en zone soudano-sahélienne, est le moyen privilégié utilisé pendant la saison sèche pour la fertilisation des champs de céréales qui forment la première auréole autour du village («*ToI kër*» en Wolof au Sénégal, «*Pom bod*» en Sérère) (Landais et Lhoste, 1991). Selon toujours la même source, le parcage est moins systématique en raison des pluies. Il peut, dans le meilleur des cas, avoir lieu sur les jachères assolées, destinées à une remise en culture l'année suivante. Parfois, pour limiter les divagations sur les cultures avoisinantes, les troupeaux sont déplacés dans des parcours boisés, avec un gaspillage certain de la fumure organique. Il arrive qu'un exploitant agricole qui n'a pas de cheptel sollicite le propriétaire du troupeau pour amender sa parcelle ou verger moyennant une contrepartie. Les entretiens ont révélé que les prix peuvent varier entre 15 000 et 20 000 FCFA pour ce cas de figure. Chez certaines familles disposant d'un cheptel moindre et dont le troupeau est surtout utilisé pour la traction animale, le parcage des animaux se fait de façon fixe. Les déjections dans ces espaces réduits sont souvent ramassées par les femmes pour la fertilisation de leurs périmètres maraîchers. À la Patte d'Oie ou à Malika, dans les Niayes, les producteurs font de la fertilisation organique en ayant recours au fumier du cheval et à la fiente de volaille. Le fumier du cheval est le principal fertilisant organique utilisé par les producteurs de la Patte d'Oie tandis que la fiente de volaille est privilégiée par les producteurs de la zone de Malika (Bâ *et al.* 2016). Pour les auteurs, cette différenciation dans le choix des fertilisants organiques dans les deux zones semble être liée à la disponibilité et à l'accès de ces produits. En effet, la Patte d'Oie est à la fois une zone agricole, mais aussi une zone semi-rurale dans la ville, où on constate la présence d'un grand nombre de charretiers utilisant le cheval. Cela fait que ce fertilisant est accessible aux producteurs même si les prix sont assez élevés, car variant entre 3 500 FCFA et 5 000 FCFA pour un sac de 50 kg selon la saison. C'est autant la même raison qui explique l'utilisation de la fiente de volaille à Malika car cette zone est réputée pour son fort potentiel avicole. Dans le Bliss et le Fogny Kombo, d'autres fertilisants organiques comme l'engrais vert, la cendre, le compost, les coques d'arachides, la fiente et les plumes de volailles ainsi que la poudre des os et/ou des cornes d'animaux sont aussi respectivement utilisés par 83,7%, 57,7%, 40,7%, 17%, 9,7%, 9% et 0,7% des exploitants agricoles (figure 24).

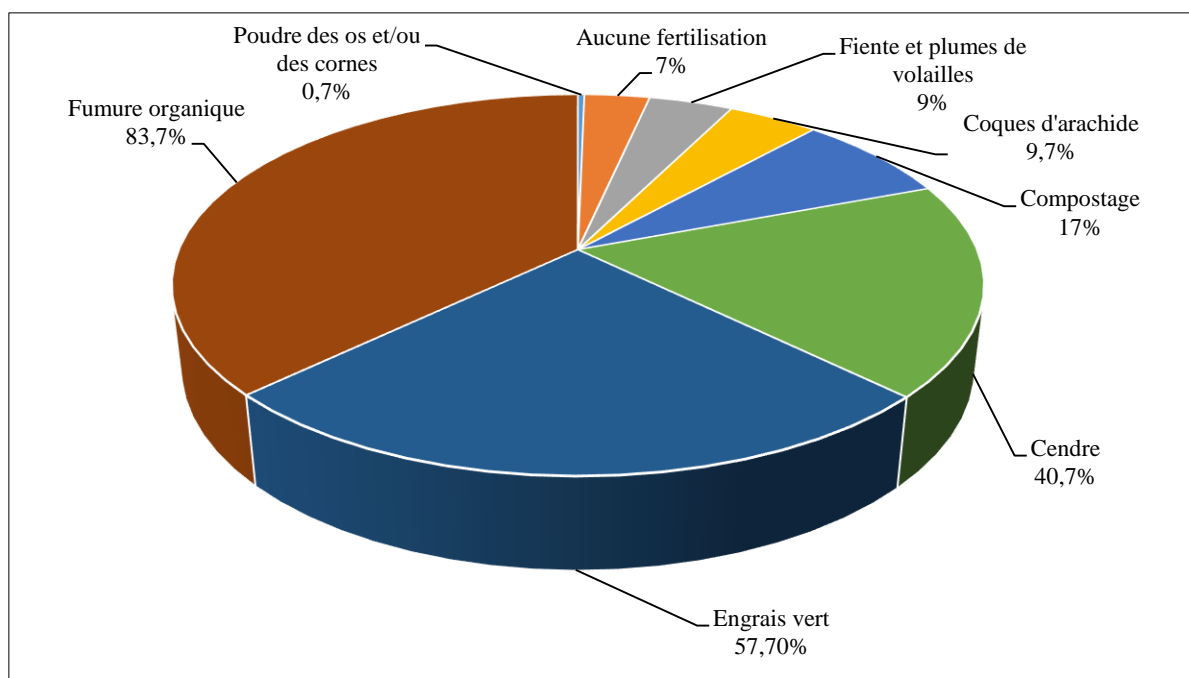


Figure 24: Types de fertilisants organiques des exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Les entretiens ont également révélé l'existence d'un autre fertilisant organique dénommé « urée organique » chez ces derniers : écailles de poissons. En effet, avec la mise en place de l'usine de transformation des produits halieutiques à Kafountine, les écailles de poissons sont transformées et vendus dans des sacs au niveau de l'usine. Les exploitants maraîchers témoignent la fertilité et la rentabilité des terres amendées avec cette poudre d'écailles de poissons. Le compostage est une technique de fertilisation nouvelle chez certains exploitants agricoles qui magnifient aussi son efficacité mais déplorent les conditions difficiles de sa préparation. L'incorporation de la matière organique améliore la nutrition minérale des cultures et par conséquent, augmente leur résistance aux maladies.

### 3.2.3. Les variétés des semences

Les variétés traditionnelles comme celles certifiées sont utilisées par les exploitants agricoles selon la culture. L'État du Sénégal à travers sa politique agricole d'autosuffisance alimentaire a subventionné beaucoup de semences. En effet, les semences certifiées sont sélectionnées avec l'expertise de l'Institut Sénégalais de la Recherche Agricole (ISRA) qui procède à la distribution. Dans l'Arrondissement de Kataba 1, les agriculteurs ont accès à ces semences par le biais de l'Entente de Diouloulou basée aujourd'hui dans le village de Kabiline.

Un magasin décentralisé est implanté dans le village de Macouda pour faciliter l'accès et réduire la distance aux producteurs. Nos entretiens ont révélés que ces semences certifiées ou améliorées sont essentiellement le riz et le maïs dans la majorité des cas.

Pour le riz, les variétés traditionnelles restent largement dominantes chez les paysans. L'exploitant agricole après la récolte, réserve une partie qui lui servira de semence la saison prochaine. Les échanges de variétés entre agriculteurs sont aussi une forme d'accessibilité aux semences traditionnelles dans la zone. Différentes formes d'identification des variétés sont notées. Ces différences sont perceptibles soit sur la taille des grains (riz à gros grains et riz à petits grains), soit sur celle des plantes. La couleur des grains constitue également un critère d'identification des variétés de riz chez les exploitants. Avec l'intervention des ONG ou programmes de l'État dans le temps, il arrive que le nom du programme ou ONG soit arrimé à la variété comme le cas aujourd'hui d'une variété dénommée « chinois ». La semence certifiée à cycle court la plus utilisée est dénommée Sahel 108, adaptée dans la culture du riz de plateau qui reste moins développé dans la zone. Dans certaines localités comme Macouda, Dombondir et Kabadio, il y'a des paysans membres de l'Entente et qui sont des multiplicateurs de semences. La reconnaissance des variétés de maïs est plus connue chez les exploitants agricoles par les graines rouges et les grains blancs. Ces dernières années, les agriculteurs reçoivent des variétés certifiées à cycle court de maximum 70 jours selon eux. Pour ce qui est de la patate douce qui occupe généralement des superficies réduites dans les vergers, les paysans se basent sur la couleur de chair de la peau pour distinguer les différentes variétés. Ainsi, on peut parler de patate à peau blanche et à chair blanche, de patate à peau blanche et à chair rouge et de patate à peau rouge et à chair rouge. Contrairement à la patate, une différence basée sur les variétés amères et sucrée est faite pour le manioc. En plus de la saveur, la souplesse ou le caractère dur de la peau est aussi utilisé pour identifier les variétés de manioc.

#### **3.2.4. Les semis**

Dans le Bliss et le Fogny Kombo, plusieurs systèmes de semis sont pratiqués par les exploitants agricoles. Dans la riziculture, le repiquage constitue le système de semis le plus pratiqué au niveau des bas-fonds. Les exploitants rizicoles procèdent d'abord à mettre en place des pépinières de riz. Lorsqu'ils arrivent à une certaine hauteur, les plants de riz sont extraits par les femmes pour ensuite les repiquer dans des parcelles inondées et qui sont déjà labourées (photo 2). Ce système est pratiqué par la majeure partie des exploitants agricoles parce qu'il est compatible avec le problème des adventices. Aujourd'hui, avec les retards et l'irrégularité des pluies, ce système fait face à d'énormes difficultés.

En effet, pour mieux le pratiquer et permettre une croissance normale et rapide des plants de riz, il faut que les rizières soient inondées. Le semis direct du riz est aussi pratiqué avec le système du semis à la volée. Le semis à la volée consiste après un semi-labour (grattage permettant de renverser l'herbe), à jeter les graines de riz sous la pluie par petites portions.

Le paysan essaie d'avoir la même densité de graines partout. Une fois toutes les graines jetées, il utilise le « *kadiandou*<sup>5</sup> » pour les enfouir ou les enterrer carrément. Ce système est pratiqué au niveau des plateaux et serait le mieux adapté aujourd'hui au rétrécissement et aux pauses pluviométriques. Dans le maraîchage, les semis se font aussi directement ou par repiquage de pépinières selon les cultures. Pour les semis directs, le système en ligne est plus pratiqué. L'exploitant maraîcher procède à tracer des sillons parallèles d'une profondeur pouvant atteindre 2 à 3 cm. Les graines sont posées et recouvertes d'une fine couche de terre sur toute la longueur du sillon en laissant une certaine distance entre-elles. C'est de cette façon de traçage des sillons parallèles qu'il procède pour le repiquage des pépinières d'autres cultures maraîchères. S'agissant des cultures rentières et vivrières comme l'arachide, le niébé, le sorgho, le mil, etc. les semis se font dans la majorité des cas après le labour sur les billons tout en respectant une certaine distance entre les trous.

Le système du semis direct est de plus en plus pratiqué par quelques exploitants dans la culture de l'arachide sans aucun travail du sol. C'est la technique où le semoir creuse des sillons dans le sol non travaillé, y dépose les graines au fond puis referme et tasse les sillons. Cette technique moins développée demande des moyens pour s'acheter du matériel agricole et s'effectue par la traction animale dans la zone. C'est un système cultural qui diminue non seulement le temps de travail mais aussi permet de limiter les pertes de terre cultivables. Quelques semaines après le semis, l'agriculteur procède à l'étape de grattage. Ce travail consiste également à utiliser la traction animale avec un grattoir pour enlever les herbes ayant poussées entre les lignes de semis. Les autres membres de la famille font le désherbage mécanique ou manuel en passant entre les rangs de culture afin de détruire les adventices. Après ce travail, l'exploitant agricole procède à l'épandage de l'engrais chimique. Mais pour la majorité des cas, cette étape n'est pas appliquée pour des questions d'inaccessibilité à l'engrais pour couvrir d'importantes surfaces emblavées.

---

<sup>5</sup> Instrument de travail utilisé chez les diolas pour le labourage.





Photo 2: Repiquage du riz dans les bas-fonds de Macouda, en 2022 (*Cliché AKS, septembre 2022*)

### **3.3. Pratiques agricoles et systèmes de cultures dans les terroirs de Bliss et de Fogny**

#### **Kombo**

Les pratiques agricoles sont considérées comme l'ensemble des procédés et comportements d'agir des agriculteurs (Milleville, 1987). Elles comprennent la gestion technique de l'exploitation agricole et la gestion du système de culture (Pourrias, 2014). L'agriculture est l'ensemble des travaux qui permettent la production des végétaux et des animaux utiles à l'homme. La pratique de cette activité suppose une transformation du milieu naturel en milieu cultural (agroécosystème ou agrosystème). L'agriculture est donc un domaine d'action fortement interactif : tout changement subi par un élément déterminé se répercute directement ou indirectement sur les autres composantes du système. Par ses pratiques, elle aura modelé les formes des territoires, modifié ses contours. Par le défrichement et la mise en culture, elle engendre des mutations sur le territoire.

Selon Ruiz et Domon (2005), l'agriculture étant le moteur de l'expansion de l'écoumène du Québec, elle a largement contribué à façonner les paysages ruraux.



### 3.3.1. Le labour

En Basse-Casamance, l'agriculture traditionnelle est toujours pratiquée à plus de 90%. Il existe deux principaux systèmes de labour. Il s'agit du système de labour à plat où le sol est retourné superficiellement avec la daba à manche longue ou « *fanting* » et du système de labour profond où le sol est profondément retourné avec comme principal instrument, le « *kadiandou* ». La daba à manche courte « *kabador* » est également utilisée pour le labour profond par certaines ethnies comme les balantes et les mandingues. La daba à manche longue est constituée d'un long bâton sous forme de crochet au bout duquel est accrochée une lame en acier sous forme de gant sans doigts et plus large que le crochet. Quant au « *kadiandou* », il est constitué d'un bâton presque rectiligne plus long que celui du « *fanting* » au bout duquel est attaché une planchette plus large que le bâton qui le soutient et au bout de laquelle est aussi accrochée une lame en acier sous la forme de croissant lunaire (Mendy, 2018). Le « *kabador* » a la même configuration que le « *fanting* », à la différence de son bâton court et de sa lame d'acier plus large que celle du « *fanting* ». Le système de labour à plat est précisément pratiqué dans la partie Nord-Est du département de Bignona, zone d'influence mandingue. Dans le Bliss et le Fogny Kombo, le labour profond avec le « *kadiandou* » et la « *daba* » est le système cultural le plus pratiquée par les exploitants agricoles (planche de photos 3). Il nécessite de souligner que la daba est utilisée par peu d'exploitants agricoles dans les localités comme Diannah et Kabadio.



Planche de Photos 3: Association de jeunes labourant avec le « *kadiandou* » (A), association de femmes labourant avec le « *fanting* » (B) et la daba (C) (Cliché AKS, juillet 2022)

À côté de l'énergie humaine fournie dans le système de labour profond, il y'a aussi celle de la traction animale mais très peu exploitée ou développée par rapport à la première.

Le billonnage cloisonné avant le semis constitue une technique ancienne et très intéressante du point de vue de la conservation de l'eau et du sol. Mais dans des zones où l'intensité de l'érosion est importante, elle pourrait entraîner une réduction des rendements car les semis se dessouchent au fur et à mesure que les billons s'érodent.

Les instruments de labour des exploitants agricoles (« *kadiandou* », « *fanting* », « *kabador* ») nécessitent beaucoup de forces pour manier la terre. Selon Mendy 2018, loin de l'ingratitude qui obligerait à remettre totalement en cause le « *kadiandou* » et le « *fanting* », la riziculture dans les réalités actuelles est presque dans l'obligation de s'adapter à l'évolution de la société et de l'environnement dans lequel elle évolue. Elle ne dépend plus des simples facteurs locaux qui faisaient sa fierté d'autrefois.

La mondialisation progressive des économies et des activités associées dictent de plus en plus sa loi sur les mutations des pratiques agricoles locales actuelles. Si dans le passé ces outils agricoles traditionnels parvenaient à couvrir les besoins de la faible taille des ménages, ce n'est plus le cas aujourd'hui où on retrouve des dizaines de têtes à nourrir dans un ménage. Ces quelques facteurs conjugués aux péjorations climatiques (salinisation et acidité des terres agricoles), au manque de la main d'œuvre parce que les jeunes restent plus concentrés dans leurs activités de « *navétanes* », font que les outils traditionnels ne peuvent plus répondre convenablement aux besoins d'intensification de la production et à la demande alimentaire d'une population qui ne cesse de croître.

Aujourd'hui, la modernisation de l'agriculture se développe timidement dans beaucoup de localités de la Basse-Casamance. La mise en place d'une antenne régionale de la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI) à Bignona ces dernières années, a vu naître l'aménagement des rizières (remembrement des parcelles) dans certains terroirs comme le *Blouf* et les Kalounayes, et l'introduction des tracteurs et motoculteurs. La planche de photos 4 montre un motoculteur et un tracteur (en panne) utilisés dans la riziculture. Dans le Fogny, le Fogny Kombo et le Bliss, la question du remembrement des terres rizicoles cause un grand problème dans le processus de modernisation de la riziculture. Néanmoins, on rencontre quelques familles ou exploitants agricoles qui s'organisent et utilisent des outils mécaniques modernes pour cultiver leurs rizières. C'est ainsi que dans quelques localités comme Kabadio et Macouda, l'entente de Diouloulou déploie des tracteurs pour emblaver les espaces rizicoles avec des coûts qui varient entre 30 000 et 35 000 FCFA selon que l'on est membre ou pas de la structure. L'entente de Diouloulou est une structure qui s'active dans la multiplication des semences de riz pluvial, des semences maraîchères, tout en faisant du maraîchage, de l'étuvage du riz qui porte le « *label riz du sud* », de la fabrique de tuiles pour la couverture des maisons, le développement de l'artisanat avec la mise en place d'ateliers de couture et de teinturerie, l'alphabétisation fonctionnelle en langue locale. Aujourd'hui, la réussite ou la valorisation de la riziculture connaît un bel élan dans les localités polarisées par cette organisation (Bâ, 2019).



Planche de photos 4: Motoculteur (A) et Tracteur (B) en panne technique à Macouda, en 2022  
(Cliché AKS, juillet 2022)

### 3.3.2. Les types de cultures

L'agriculture sénégalaise est surtout dominée par des exploitations de type familiales marquées par la pratique de cultures rentières, généralement l'arachide et/ou le coton, pourvoyeuses de revenus monétaires à côté d'une ou de deux cultures vivrières nécessaires à l'alimentation de base. Dans sa thèse, Diop (2013) nous parle des principales productions agricoles cultivées au Sénégal qui sont entre autres : l'arachide, le mil, le sorgho, le riz, le maïs, le niébé, le sésame, le coton, la canne à sucre, la tomate industrielle mais aussi les cultures maraîchères de contre saison et d'irrigation. Dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo à l'instar de la Basse-Casamance, l'agriculture familiale reste prédominante dans les exploitations. Les différents types de spéculations produites par les exploitants agricoles sont : l'arachide, le riz, le mil, le sorgho, le niébé, le haricot, le manioc, la patate douce, l'anacarde, le maïs, la pastèque, l'arboriculture fruitière, la production maraîchère, etc. Dans les deux terroirs, les deux cultures rentières enregistrées lors de nos enquêtes sont la culture de l'arachide avec 50,3% des enquêtés et le niébé (17%). Étant une culture traditionnelle chez les exploitants agricoles, le riz est la première culture vivrière dans la zone (42,3%) des exploitants agricoles enquêtés.

Bien qu'un abandon progressif des bas-fonds soit constaté avec les problèmes de salinisation, d'ensablement et d'acidité des terres, les exploitants agricoles s'orientent plus aujourd'hui vers la riziculture de plateau. Avec l'introduction de semences améliorées par l'État, les cultures vivrières comme le maïs, sont cultivées en association avec d'autres cultures (niébé) et produisent de bons rendements.

L'arboriculture fruitière constitue la force motrice de l'agriculture dans le Bliss et le Fogny Kombo avec 48,7% des enquêtés. L'arboriculture est une activité qui prend de plus en plus de l'importance dans les terroirs traditionnels du Fogny Kombo et Narang du Fogny, du Yacoubel, du *Blouf* et des Kalounayes (Bâ, 2019). Selon toujours la même source, dans le Fogny Kombo et du Narang, de Diouloulou à Dombondir, en passant par Kouidioubé, Macouda, Mahmouda II, et de l'autre côté, dans la zone de Bandjikaki, Colomba, Kabadio, Diannah, Albadar, Abéné, les vergers d'agrumes (oranges, mandarines, pamplemousse, citron etc.) et d'anacardiens sont implantés un peu partout. L'arboriculture fruitière n'est pas une activité nouvelle dans la zone, mais elle a pris de l'ampleur aujourd'hui et constitue une filière attractive. À côté de cette activité, se développe à outrance l'activité de maraîchage.

Le maraîchage est une activité très rentable dans la zone et qui est pratiquée en majorité par les femmes, soit dans un périmètre maraîcher où elle se pratique seule, soit dans un verger où le propriétaire cède un espace à cet effet. Aujourd'hui, cette activité est aussi pratiquée de plus en plus par des jeunes en quête d'emploi, grâce au dynamisme des centres de formations professionnelles qui sont présents dans le Département. C'est une filière qui est surtout boostée par les besoins d'approvisionnement des établissements touristiques particulièrement à Abéné et Kafountine. La pastèque quant à elle, constitue une nouvelle culture, d'introduction récente par les exploitants agricoles. C'est aussi une culture rentable pratiquée vers la fin de l'hivernage et en contre saison. La plantation des anacardiens a existé depuis toujours dans la zone mais n'a pas été aussi importante qu'elle ne l'est actuellement. Sa valeur ajoutée s'est améliorée grâce à l'augmentation du prix du kilogramme ces dernières années.

Les cultures vivrières comme le mil et le sorgho sont en train d'être abandonnées davantage par les paysans dans le Bliss et le Fogny Kombo. Nos entretiens ont révélés que les oiseaux granivores font beaucoup de ravages dans les champs de cultures de mil et de sorgho. D'autres spéculations comme le manioc et la patate douce sont des cultures très présentes chez les paysans. Leur grand apport dans la consommation des ménages ainsi que leur prix non négligeable sur le marché local mais aussi en Gambie, font que nos interlocuteurs les considèrent parmi les cultures qui les rapportent plus d'économies. Par exemple pour le manioc, le sac contenant de la farine est vendu entre 20 000 et 25 000 FCFA. L'exploitation des autres cultures comme le sorgho et le fonio est moins développée dans la zone (0,7%) (figure 25).



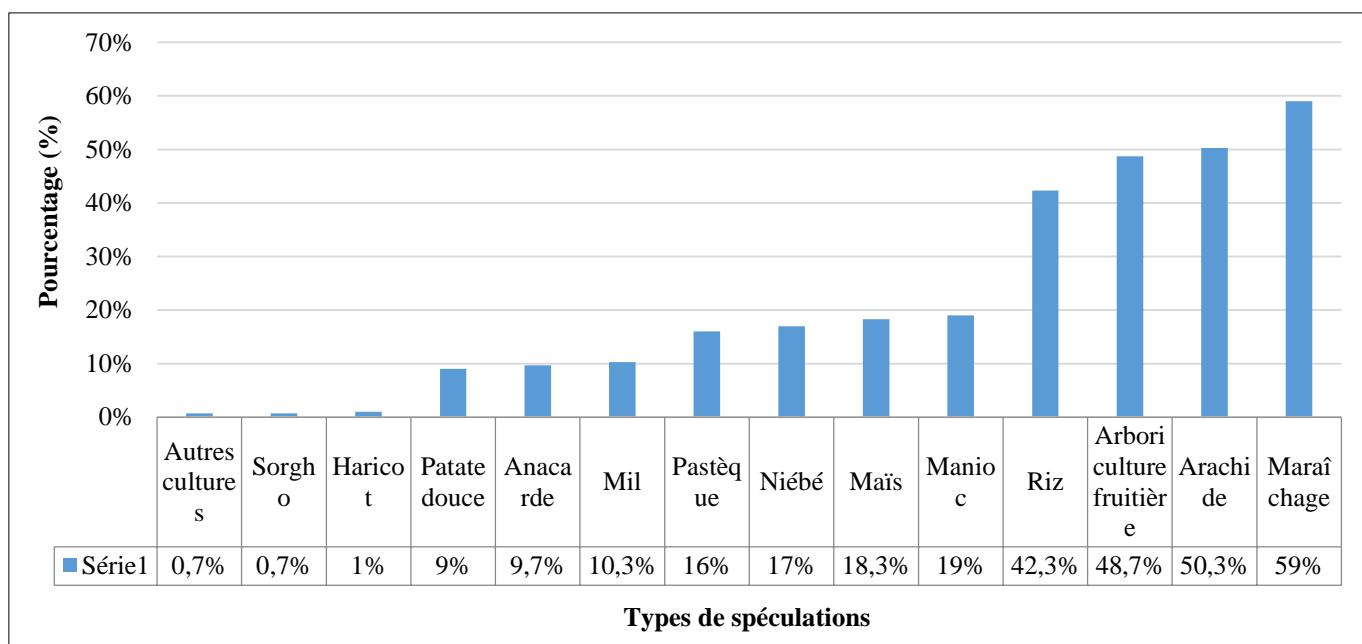


Figure 25: Types de cultures pratiquées dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo  
(Source : enquêtes de terrain, 2020)



Photo 5: Plantes de papayers dans un verger d'orangers à Colomba, en 2022 (Cliché AKS, août 2022)

### 3.3.3. Les équipements et matériels agricoles

Dans la Basse-Casamance Septentrionale, le matériel agricole utilisé est différent d'un exploitant agricole à un autre, et selon le type d'exploitation. La majeure partie des agriculteurs utilise encore des moyens traditionnels dans les emblavures des cultures de rente et vivrière. Le « *kadiandou* » est un outil traditionnel agricole qu'utilisent les diolas depuis toujours pour cultiver leurs champs. Plus de la moitié (61%) de nos interlocuteurs utilisent ce moyen traditionnel dans le labour.

Il s'en suit la daba (21,7%) et la charrue (7%) avec la traction animale. Selon Edmeades (2003), le labour en profondeur peut contribuer à la modification de la texture du sol et par conséquent diminuer sa fertilité. Ce système peut augmenter la porosité du sol et accentuer la lixiviation, même si elle participe à réduire le ruissellement. Bien qu'utilisés par une minorité des agriculteurs compte tenu des moyens financiers réduits, on assiste à la présence dans la zone de matériels agricoles modernes comme le motoculteur. Le seul tracteur que possède un agriculteur du village de Macouda, est en panne technique, lors de la saison 2020/2021. Deux motoculteurs ont été enregistrés lors de nos enquêtes dont l'un à Macouda et l'autre à Madina Birassou. Le semoir est aussi un outil mécanique de la traction animale utilisé dans la culture de l'arachide avec le semis direct. Quant à la charrette, elle est utilisée pour le transport des personnes, des biens et des animaux. La houe est souvent utilisée dans le maraîchage pour remuer le sol après application de l'engrais ou pour enlever les mauvaises herbes (23,7%) (figure 26). Il existe aussi des exploitants agricoles qui n'ont pas de soutien et paient des associations pour labourer (3,3%).

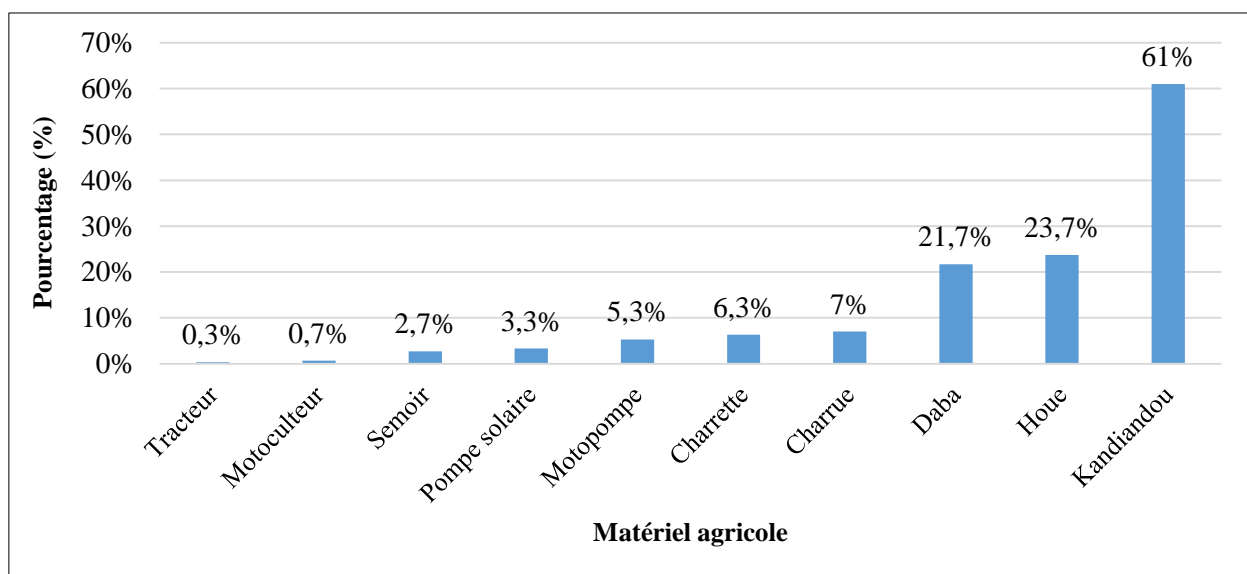


Figure 26: Types de matériel agricole utilisés dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Avec le développement de la culture maraîchère et de la plantation, certains exploitants agricoles utilisent des motopompes aspiratrices ou le système solaire pour alimenter les bassins d'eau à partir d'un branchement au puits. C'est un système agricole qui demande des moyens et certains parviennent à installer le système de goutte à goutte dans leurs vergers (photo 6).



Photo 6: Système de goutte à goutte dans l'exploitation maraichère à Madina Birassou, en 2023  
(Cliché AKS, février 2023)

### **3.4. Les exploitations agricoles**

Les exploitations se résument essentiellement en deux types : d'une part les exploitations familiales, gérées par les ménages et d'autre part, celles des entreprises et des groupements coopératifs. Dans la majorité des pays, la production agricole relève essentiellement du travail des ménages. Le concept d'« exploitation agricole » est donc étroitement lié au concept de ménage (FAO, 2007). Au Sénégal comme dans la majeure partie des pays du sud, l'agriculture s'organise autour d'une exploitation familiale. Elle se caractérise par le lien particulier qu'elle établit entre les activités économiques et l'ensemble des membres de la famille. Elle s'adosse sur des objectifs multiples (produire pour l'autosuffisance alimentaire, générer de revenus, satisfaire les besoins familiaux, etc.). L'agriculture familiale repose sur la mobilisation de la main d'œuvre familiale, qui doit rester dominante par rapport à celle salariée et par un attachement particulier à la terre, généralement héritée des parents.

Cette relation influe sur le choix des activités, l'organisation du travail et la priorité accordée à la constitution d'un patrimoine familial. Nos enquêtes n'ont pas révélé le contraire dans cette étude. En effet, 97,6% des chefs de ménages interrogés travaillent avec les membres de la famille.

### 3.4.1. L'exploitation familiale

En Afrique, l'exploitation agricole familiale renvoie à une réalité complexe qu'il convient de préciser dans chaque situation (exploitation fondée sur la famille élargie ou la famille restreinte, délimitation des unités de production, de consommation et d'accumulation, etc.) mais qui en général, débouche sur une production agricole collective gérée par un chef d'exploitation et des productions individuelles revenant aux épouses et dépendants. Le rôle joué par les femmes comme actrices dans l'agriculture familiale n'est plus à démontrer. En effet, dans la partie Septentrionale du Département de Bignona particulièrement les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, la multiplication des vergers et l'appui des ONG dans la mise en place des périmètres maraîchers villageois favorisent à une forte participation des femmes dans l'exploitation des terres particulièrement le maraîchage. Cette culture maraîchère occupe une place importante dans l'agriculture sénégalaise et participe à l'amélioration des revenus et des conditions de vie des ménages. Une façon de rassembler des agriculteurs sous forme d'organisation paysanne est notée dans certaines localités de l'Arrondissement de Kataba 1. Il s'agit entre autres de l'Entente des groupements associés de l'ex arrondissement de Diouloulou (EGAD) basée à Kabiline, de l'Association des Jeunes Agriculteurs de Casamance (AJAC) « *aama nari* » (que chacun mange en langue diola) de Karongue, de l'Association des Planteurs de l'ex Arrondissement de Diouloulou (APAD) basée à Diouloulou et du GIE Cabar Badji de Diouloulou. Ces corporations paysannes, constituent aujourd'hui une forme d'organisation d'acteurs de plus en plus influents dans le secteur agricole. Avec les politiques actuelles, il est plus facile pour l'État d'apporter un soutien matériel pour ces formes d'organisations, de mettre à leur disposition des intrants (engrais et semences) subventionnés que de le faire pour chaque exploitation familiale.

Beaucoup de recherches scientifiques magnifient cette forme d'organisation des acteurs dans l'exploitation agricole. Les travaux de Bâ (2019) en font une. Il nous renseigne que parallèlement aux structures techniques d'encadrement et d'accompagnement mises en place par l'État du Sénégal, des initiatives locales se manifestent à travers les organisations paysannes (OP) souvent par des sous-ensembles d'appartenance géographique.

Dans le Département de Bignona, il a été noté des organisations paysannes dans les zones historico-géographiques comme le Fogy, le *Blouf*, les Kalounayes. Les populations s'organisaient pour tenter de faire face aux contraintes agricoles. L'auteur n'a pas manqué de témoigner la réussite ou la valorisation de la riziculture qui connaît un bel élan dans les localités polarisées par l'Entente de Diouloulou.



C'est une structure qui s'active dans la multiplication des semences de riz pluvial, des semences maraîchères, tout en faisant du maraîchage, de l'étuvage du riz qui porte le « *label riz du sud* », de la fabrication de tuiles pour la couverture des maisons, le développement de l'artisanat avec la mise en place d'ateliers de couture et de teinturerie, ainsi que l'alphabétisation en langue locale. Il arrive souvent que l'exploitant agricole s'associe à une autre personne hors de la famille pour exploiter ses cultures (figure 27). En Algérie dans les espaces ruraux dédiés aux pratiques agricoles, les femmes ont un apport significatif dans le développement agricole et rural (Benali, 2016). Ailleurs comme en Côte d'Ivoire, certains chercheurs nous parlent d'une agriculture qui se féminise davantage. En effet, selon Beugre (2016), la crise de la ruralité manifestée par l'état dégradant des vergers, la baisse de la productivité, la chute et l'instabilité des prix ou encore la baisse du cours des produits d'exportation, a conduit à l'émergence d'une population agricole de plus en plus féminisée dans la chaîne de production.

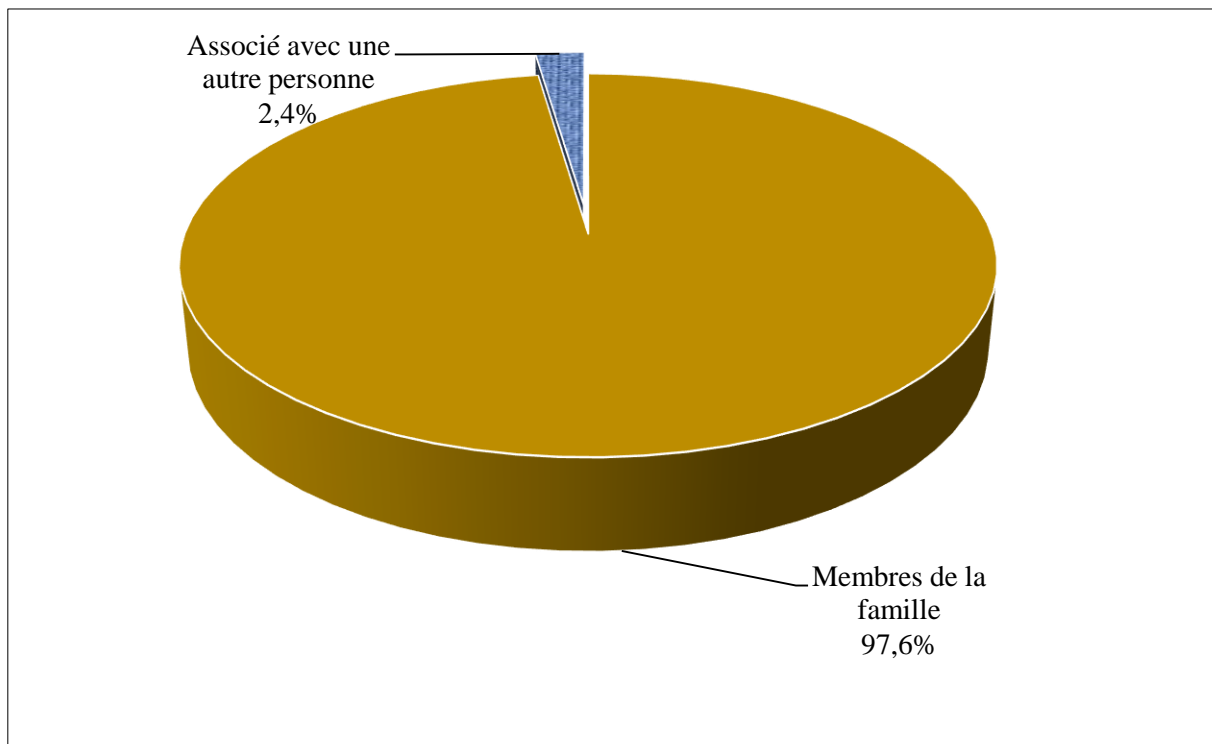


Figure 27: Formes d'organisation des exploitants agricole de Bliss et de Fogny Kombo dans l'exploitation des terres, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### 3.4.2. La Jachère

Il a été remarqué que la mise en culture de terrains laissés en jachère pendant longtemps donne en général de bons résultats sur le contrôle des facteurs altérogènes. Cependant on observe ultérieurement un développement important de ces facteurs après 3 à 4 années d'exploitation.

Nos interlocuteurs nous renseignent que dans l'agriculture traditionnelle sur brûlis, les jachères longues de 10 à 15 ans permettent un bon contrôle des graminées avec seulement 2 à 3 cycles de cultures permettant d'obtenir de bons rendements.

Avec la multiplication des vergers, il faut cultiver chaque année pour protéger les plantes. Les exploitants agricoles sont donc obligés de séparer les parcelles en partie et faire la rotation des cultures comme le niébé, la pastèque, l'arachide, le maïs, etc. À certains endroits, la jachère biennale se pratique rarement. Lors de nos entretiens, les agriculteurs ont souligné qu'ils sont confrontés aujourd'hui à des problèmes fonciers pour pouvoir pratiquer la jachère à une longue période. Quand le temps de jachère diminue, comme c'est le cas actuellement, on assiste à une prolifération des adventices et une baisse de la fertilité du sol. Une telle baisse rend les plantes cultivées sensibles à toutes les maladies et à toutes les attaques des ravageurs. La mise en jachère sur une longue durée provoque une augmentation de la taille du peuplement des nématodes parasites. Mais elle change aussi la structure spécifique du peuplement en induisant la disparition de certaines espèces majeures. Les jachères longues sont défavorables au développement de certaines espèces d'insectes comme les pucerons.

### **3.4.3. L'association des cultures**

La pratique des cultures associées consiste à cultiver deux ou plusieurs spéculations au même moment, dans une même parcelle. La diversité des formes d'associations a donné naissance à des appellations différentes telles que : « culture mixte », et à des objectifs pouvant être très variés comme la réduction de la pression parasitaire, la diminution de l'extension des adventices, la réduction de l'érosion, etc. La réduction des risques est un avantage des cultures associées, car beaucoup de ravageurs et de maladies se multiplient plus rapidement dans une monoculture que dans des cultures associées. Dans une monoculture, la dispersion des insectes est plus facile et plus rapide. Dans des cultures associées, les insectes ont besoin plus de temps pour rechercher les plantes hôtes, c'est le cas par exemple des foreurs de tiges. Les cultures souvent associées restent entre autres : arachide + maïs + manioc ; arachide + sorgho, arachide + niébé ; mil + maïs ; arachide + mil ; riz + maïs ; riz + maïs + niébé, etc.

Cette association des cultures se pratique aussi dans les cultures maraîchères. On peut remarquer sur la planche de photos 7, la culture de la laitue associée aux aubergines.



Planche de photos 7: Associations (arachide + maïs + manioc) (A), (laitue + aubergine) (B) à Diannah, en 2022 (*Cliché AKS, août 2022*)

La culture associée de diverses plantes vivrières couvre bien la terre pendant une bonne partie de l'année. La dégradation progressive du sol est limitée et ne se manifeste qu'au bout de 3 à 5 ans après pourrissement complet des racines.

L'abandon de telles défriches tient généralement à l'envahissement par les mauvaises herbes et les prédateurs plutôt qu'à une baisse de fertilité technique (Jurion et Henry, 1967). Avec l'émergence des vergers, les cultivateurs sont plus dans l'association des agrumes avec les vivriers. Koffi-Dida et Coulibaly (2016), nous renseignent qu'en Côte d'Ivoire les paysans privilégient de plus en plus des viviers avec les cultures arbustives au détriment de l'agriculture adossée à la jachère. Les cultures spéculatives souvent associées sur une parcelle agricole sont le café, le cacao et la banane. Selon la même source, le nombre important de spéculations associées sur les différentes parcelles de cultures pérennes est sous-tendu par l'idée selon laquelle elles permettent de régénérer les plantations devenues improductives.

Aussi, Dufumier (2006) souligne qu'il n'est pas rare de voir les paysans minifundiaires mettre en œuvre des systèmes de polyculture-élevage destinés à assurer un revenu minimum garanti, dans lesquels prédominent élevage de basse-cour et associations de diverses cultures principalement dans les régions du Tiers Monde à forte densité de population agricole, et tout particulièrement dans les plaines côtières et les deltas asiatiques (fleuve Rouge, Mékong, fleuve Jaune, *Yangzjiang*, etc.), dans les basses vallées fertiles du Gange et de l'Indus, dans les régions montagneuses du Salvador et d'Haïti, ainsi que sur les hauteurs du Burundi et du Rwanda. La manière de pratiquer l'agriculture sur les parcelles de cultures pérennes a évolué. La polyculture sur les parcelles est de plus en plus pratiquée en mettant en association plusieurs cultures pérennes entre-elles (orangers, mandariniers, manguiers, citronniers etc.) ou en associant ces cultures pérennes avec les cultures vivrières.

Dans une étude menée au Tchad, Naitormbaide *et al.* (2010) soulignent que l'association culturale est pratiquée dans toutes les exploitations échantillonnées et permettrait aux exploitants de diversifier leurs revenus et d'améliorer la fertilité de leurs sols. L'étude de Nuttens (2002) menée dans la zone des savanes tchadiennes a également montré que cette pratique concerne entre 65 à 85% d'exploitants agricoles. L'association des cultures sur une même parcelle est une technique qui est de plus en plus adoptée dans les exploitations agricoles. Elle intervient non seulement pour palier à un déficit de parcelles cultivables mais aussi pour améliorer leur rendement.

#### **3.4.4. La rotation ou succession des cultures**

La rotation culturale est la suite des cultures échelonnées au fil des années sur une même parcelle. C'est un élément important de la gestion de la fertilité des sols et des bioagresseurs et constitue un atout pour l'augmentation des rendements. On parle de rotation culturale lorsque la même succession de cultures se reproduit dans le temps en cycles réguliers (rotations biennale, triennale, quadriennale, etc.). Lorsqu'il n'existe pas de régularité de cycles, on parle dans ce cas de succession culturale. Le système d'assolement qui consiste à diviser une parcelle d'égales parties (deux à trois parties par exemple), de laisser en jachère une partie et mettre en culture les autres espaces de la parcelle, est souvent pratiqué chez les cultivateurs. L'objectif est de bonifier les rendements des cultures qui se succèdent. La rotation est donc une technique culturale occupant une place importante dans l'agriculture traditionnelle. Cette dernière est un système visant à améliorer la productivité des sols sur le long terme dans l'optique de préserver la matière active qu'ils contiennent. Dans cette dynamique les maladies et les agressions des ravageurs sont maintenues à un faible niveau, ce qui permet d'obtenir des rendements acceptables et de bonne qualité.

#### **3.4.5. La monoculture**

La monoculture correspond à l'occupation permanente du sol par une culture homogène. Dans ce système, le choix de la variété est basé sur son rendement et son adaptation à la mécanisation. Pour maintenir la fertilité du sol, elle exige une utilisation abondante d'eau, d'engrais chimique et d'autres intrants organiques. Cette pratique était plus présente chez les cultivateurs d'autrefois qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Des parcelles sont affectées soit uniquement à l'arachide, soit au maïs ou encore au manioc. De nos jours, c'est dans les bas-fonds que l'on peut retrouver des parcelles comportant uniquement du riz (photo 8). Le fait de maintenir une seule espèce de culture sur une seule parcelle aboutit à la sélection de ravageurs très redoutables et à une diminution de la biodiversité.





Photo 8: Parcelles rizicoles en zone de bas fond à Macouda en 2021 (*Cliché AKS, août 2021*)

### **3.5. Superficies emblavées et rendements des cultures**

#### **3.5.1. Superficies emblavées**

Dans cette étude, nous avons cherché à connaître la superficie exploitée par l'agriculteur pour toutes ses spéculations. Il faut signaler qu'il est très difficile de voir un exploitant agricole, donner la valeur exacte des surfaces emblavées. Grâce à la méthode d'échelle d'intervalle de surfaces, nous avons pu déterminer cette valeur. Ainsi, les superficies emblavées dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo varient entre 0 et plus de 4 ha d'un exploitant agricole à un autre. Plus de 77% des agriculteurs interrogés exploitent des terres qui n'excèdent pas 2 ha. Cela montre encore une fois le statut d'exploitation familiale qu'ils incarnent avec de faibles superficies emblavées réparties entre (0 ha à 0,5 ha et 1 ha à 2 ha) pour 24,3% des répondants (pour tous les deux intervalles de surfaces), et 0,5-1 ha pour 28,7% des exploitants agricoles interrogés. Dans cette étude, la majeure partie des exploitants ont des moyens limités qui ne les permettent pas d'exploiter de grandes surfaces agricoles. Ainsi, pour les cultures rentières comme l'arachide (35,1%) et le niébé (29,4%), la majorité des cultivateurs exploitent des terres dont la superficie est comprise entre 1 et 2ha. Cette intervalle de surface reste presque la même pour ce qui est des cultures vivrières comme le maïs (32,7%), et le riz (30,7%).

La même observation est faite pour les cultures pérennes comme l'anacarde (24,1%) et l'arboriculture fruitière (30,8%). Les tubercules sont des cultures majoritairement exploitées dans des terres à superficies comprises entre 0,5 et 1ha (manioc, 35,1%) et 1 à 2 ha (patate douce, 37%). Les terres les plus exploitées pour la culture de la pastèque ont des surfaces qui varient entre 0,5 et 2 ha (62,6%) (tableau 17).

Le haricot, le sorgho et les autres cultures sont moins cultivées par les exploitants agricoles dans le Bliss et le Fogny Kombo. Les cultures du mil et du sorgho (même si elles sont pratiquées), sont en train de perdre leur valeur d'année en année dans la zone.

Selon Diop (2013), le Sénégal exploite en moyenne par an, 892 000 ha d'arachide huilerie, 35 000 ha d'arachide de bouche, 33 000 ha de coton, 91 500 ha de niébé, 30 600 ha de manioc, 405 ha de patate, 6 200 ha de pastèque, 3 700 de sésame, 935 000 ha de mil, 141 000 ha de sorgho, 106 000 ha de maïs, 77 700 ha de riz, 3 300 ha de fonio et près de 12 000 ha de canne à sucre.

À l'opposé des grands domaines, les nombreux exploitants minifundiaires qui subsistent encore dans les régions d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, ont intérêt à travailler intensément les petites emblavures dont ils détiennent, de façon à disposer des produits et des revenus nécessaires à leur propre survie (Dufumier, 2006).

Au Bénin, les producteurs exploitent de petites superficies qui varient entre 0,02 et 3 ha avec une moyenne de 0,2 ha (Ahouangninou *et al*, 2011). Dans le bassin de la base vallée de la Tarka au Niger, Zabeirou *et al*, (2018) dans leur étude, montrent que sur 6 675 ha mis en valeur dans 3 communes, 83% des producteurs exploitent des surfaces de moins d'un hectare.

Tableau 17: Superficie des terres emblavées selon les types de cultures dans les terroirs de Bliss et de Fogany Kombo en 2020

| Types de cultures              | Superficie  |             |           |             |           |       | Total |
|--------------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------|-------|
|                                | 0ha - 0,5ha | 0,5ha - 1ha | 1ha - 2ha | 2 ha - 3 ha | 3ha - 4ha | +4ha  |       |
| <b>Arachide</b>                | 6%          | 28,5%       | 35,1%     | 16,6%       | 6%        | 7,9%  | 100%  |
| <b>Niébé</b>                   | 2%          | 33,8%       | 29,4%     | 21,6%       | 7,8%      | 5,9%  | 100%  |
| <b>Haricot</b>                 | 33,3%       |             |           | 33,3%       |           | 33,3% | 100%  |
| <b>Mil</b>                     |             | 19,4%       | 25,8%     | 35,5%       | 6,5%      | 12,9% | 100%  |
| <b>Maïs</b>                    | 1,8%        | 23,6%       | 32,7%     | 21,8%       | 10,9%     | 9,1%  | 100%  |
| <b>Riz</b>                     | 6,3%        | 30,7%       | 30,7%     | 17,3%       | 7,1%      | 7,9%  | 100%  |
| <b>Sorgho</b>                  |             |             | 50%       | 50%         |           |       | 100%  |
| <b>Production maraichère</b>   | 37,9%       | 24,3%       | 18,6%     | 9%          | 4,5%      | 5,6%  | 100%  |
| <b>Patate douce</b>            | 11,1%       | 18,5%       | 37%       | 18,5%       | 3,7%      | 11,1% | 100%  |
| <b>Pastèque</b>                | 10,4%       | 31,3%       | 31,3%     | 12,5%       | 6,3%      | 8,3%  | 100%  |
| <b>Anacarde</b>                |             | 17,2%       | 24,1%     | 20,7%       | 20,7%     | 17,2% | 100%  |
| <b>Arboriculture fruitière</b> | 2,7%        | 26%         | 30,8%     | 21,9%       | 7,5%      | 11%   | 100%  |
| <b>Manioc</b>                  | 5,3%        | 35,1%       | 29,8%     | 19,3%       | 7%        | 3,5%  | 100%  |
| <b>Autres cultures</b>         |             | 50%         |           | 50%         |           |       | 100%  |

(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### 3.5.2. Rendements des cultures

Le concept de rendement a différentes significations selon l'orientation. D'un point de vue agricole, le rendement est considéré comme étant la quantité de produits utiles, rapportée à l'unité de surface. L'une des caractéristiques majeures de l'activité agricole reste la très grande variabilité des rendements de telle manière que les agriculteurs sont dans l'incapacité de prévoir avec certitude le niveau des productions (Cervantes-Godoy *et al.* 2013).

La production agricole varie entre 0,01t et 20t d'un exploitant agricole à un autre, et selon les spéculations. Ainsi, la majorité des exploitants qui pratiquent des cultures comme le riz paddy, le maïs, l'anacarde, l'arachide et le maraîchage, ont un rendement moyen annuel de 0,5t. Cette production représente 8% des interviewés pour le riz paddy, 2,7% pour le maïs, 2% pour l'anacarde, 12,7% pour l'arachide et 5% pour la production maraîchère. Pour les cultures comme l'arboriculture fruitière, le manioc, le mil et la pastèque, la production moyenne annuelle enregistrée est de 1t, avec respectivement 4,3%, 3%, 1,7% et 2,7% des enquêtés. Dans beaucoup de cultures agricoles, la majorité des agriculteurs ont un rendement moyen annuel supérieur à 0,5t. Nous pouvons citer l'exemple du riz (11,6%), l'arboriculture fruitière (22,3%), l'arachide (14%), l'anacarde (2,7%), la pastèque (6,1%) et le manioc (7,5%). En revanche, d'autres cultures comme le maïs (8,9%), le maraîchage (18,9%), le mil (4,5%), le niébé (11,5%) et la patate douce (3%) ont une production moyenne annuelle inférieure à 0,5t (tableau 18).



Tableau 18: Rendements agricoles selon les types de cultures dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo en 2020

| Production annuelle moyenne (Tonnes) | Types de cultures |      |      |          |          |       |         |        |                       |              |          |                         |        |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|----------|----------|-------|---------|--------|-----------------------|--------------|----------|-------------------------|--------|
|                                      | Riz paddy         | Maïs | Mil  | Anacarde | Arachide | Niébé | Haricot | Sorgho | Production maraichère | Patate douce | Pastèque | Arboriculture fruitière | Manioc |
| 0,01                                 |                   | 2,3% | 1,3% | 0,3%     | 0,3%     | 3,7%  |         | 0,3%   | 2,3%                  | 0,7%         | 0,7%     |                         | 0,7%   |
| 0,015                                | 0,3%              | 0,3% |      |          |          | 0,3%  |         |        | 0,3%                  | 0,3%         |          |                         |        |
| 0,02                                 | 0,3%              | 0,3% | 0,3% |          |          | 0,7%  |         |        | 0,7%                  | 0,7%         |          |                         |        |
| 0,025                                |                   | 0,3% |      | 0,7%     | 0,7%     | 1%    |         |        | 0,3%                  |              | 0,3%     |                         |        |
| 0,03                                 |                   |      | 0,3% |          | 0,3%     | 0,3%  |         |        |                       | 0,3%         |          |                         |        |
| 0,04                                 |                   |      |      |          |          | 0,3%  |         |        | 0,7%                  |              |          |                         |        |
| 0,05                                 |                   | 1%   |      |          |          | 1,7%  |         | 0,3%   | 1%                    |              | 0,7%     |                         |        |
| 0,06                                 |                   |      |      |          |          | 0,3%  |         |        |                       |              |          |                         |        |
| 0,065                                |                   |      |      |          | 0,3%     |       |         |        |                       |              |          |                         |        |
| 0,075                                |                   |      | 0,3% |          |          |       |         |        |                       |              |          |                         |        |
| 0,08                                 |                   |      |      |          |          |       |         |        | 0,3%                  |              |          |                         |        |
| 0,1                                  | 1,3%              | 0,3% | 0,3% |          | 0,3%     | 0,3%  |         |        | 2%                    |              | 0,7%     |                         | 0,7%   |
| 0,11                                 |                   |      |      |          | 0,3%     |       |         |        |                       |              |          |                         |        |
| 0,12                                 |                   | 0,3% |      |          |          |       |         |        | 0,3%                  |              |          |                         |        |
| 0,142                                |                   |      |      |          |          |       |         |        | 0,3%                  |              |          |                         |        |
| 0,15                                 | 1,7%              | 0,7% |      |          | 1,3%     | 0,7%  |         |        | 1,3%                  |              |          |                         | 1%     |
| 0,175                                |                   |      |      |          |          | 0,3%  |         |        |                       |              |          |                         |        |
| 0,2                                  | 2,3%              | 0,7% |      | 0,3%     | 1,7%     | 1,3%  | 0,3%    |        | 1,7%                  | 0,7%         | 0,7%     |                         | 1%     |
| 0,21                                 |                   |      |      |          |          |       |         |        |                       | 0,3%         |          |                         |        |
| 0,23                                 |                   |      |      |          |          |       |         |        |                       |              |          | 0,3%                    |        |
| 0,24                                 |                   |      |      |          |          |       |         |        | 0,3%                  |              |          |                         |        |

|       |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|-------|------|------|--|------|------|------|------|------|
| 0,25  | 4%   | 0,3% | 1%   | 0,3% | 2,3%  | 0,3% |      |  | 1,3% |      |      | 1%   | 0,7% |
| 0,3   | 0,7% | 1%   | 0,3% |      | 1,3%  | 0,3% |      |  | 2%   |      |      | 0,3% | 1%   |
| 0,35  |      | 0,7% | 0,7% | 0,3% | 1,3%  |      |      |  | 0,7% |      |      |      |      |
| 0,36  |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      |      | 0,3% |
| 0,4   | 0,3% | 0,7% |      | 0,3% | 0,7%  |      |      |  | 0,7% |      |      | 0,3% | 0,7% |
| 0,45  |      |      |      |      | 1,3%  |      |      |  | 2,7% |      | 0,3% | 0,7% |      |
| 0,5   | 8%   | 2,7% | 0,3% | 2%   | 12,7% | 0,7% | 0,3% |  | 5%   | 0,7% | 1,7% | 3,3% | 2%   |
| 0,55  |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 0,6   | 0,3% |      |      |      | 1,3%  |      |      |  | 0,3% |      |      |      |      |
| 0,64  |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      |      | 0,3% |
| 0,65  |      |      |      |      | 0,3%  |      |      |  |      |      |      |      |      |
| 0,7   |      |      |      |      | 0,7%  |      |      |  | 0,7% |      |      | 0,3% |      |
| 0,74  |      |      |      |      |       |      |      |  | 0,3% |      |      |      |      |
| 0,75  | 1%   |      | 0,3% | 0,3% | 1,7%  |      |      |  |      |      |      |      |      |
| 0,8   | 0,3% |      |      |      | 0,7%  |      |      |  |      |      |      | 0,7% |      |
| 0,9   |      |      |      |      | 0,7%  |      |      |  | 0,3% |      |      |      | 0,3% |
| 0,922 |      |      |      |      |       |      |      |  | 0,3% |      |      |      |      |
| 0,95  |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      | 0,3% |      |      |
| 1     | 5,7% | 2,4% | 1,7% | 0,7% | 8%    | 0,7% |      |  | 4,7% | 0,3% | 2,7% | 4,3% | 3%   |
| 1,035 |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 1,05  |      |      |      |      | 0,3%  |      |      |  |      |      |      |      |      |
| 1,15  |      |      |      |      | 0,3%  |      |      |  |      |      |      |      |      |
| 1,2   |      | 0,3% |      |      |       |      |      |  |      |      |      |      |      |
| 1,25  |      |      |      |      |       |      |      |  |      |      |      | 0,7% |      |

|     |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|--|--|------|------|------|------|------|
| 1,3 |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      |      |      |
|     |      | 0,3% |      |      |      |      |  |  | 0,3% |      |      |      |      |
| 1,5 | 1%   |      | 0,3% | 0,7% | 2,7% |      |  |  | 0,7% |      | 0,3% | 2%   | 1,3% |
| 1,7 |      |      |      |      | 0,3% |      |  |  |      |      |      |      |      |
| 2   | 2%   | 0,7% | 0,3% | 0,7% | 3,6% | 0,3% |  |  | 3,3% |      | 1,3% | 4%   | 1,3% |
| 2,1 |      |      |      |      | 0,3% |      |  |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 2,5 |      |      | 0,3% |      | 0,7% |      |  |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 3   | 1%   |      |      | 0,3% | 0,3% |      |  |  |      | 0,3% | 0,3% | 2%   | 0,7% |
| 3,4 |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      |      | 0,3% |
| 3,5 |      |      | 0,3% |      |      |      |  |  |      |      |      | 0,7% |      |
| 4   |      |      |      |      | 0,3% |      |  |  |      |      | 0,3% | 0,7% |      |
| 4,5 |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      | 0,3% |      |      |
| 5   | 0,3% |      |      |      | 0,7% |      |  |  | 1%   |      | 0,3% | 1,3% | 0,3% |
| 6   |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      | 0,7  |      |
| 7   |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 10  |      |      |      |      |      |      |  |  | 0,3% |      | 0,3% | 2,4% |      |
| 15  |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      | 0,3% |      |
| 20  |      |      |      |      |      |      |  |  |      |      |      | 0,3% |      |

(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### **3.6. Système de commercialisation de la production**

#### **3.6.1. Lieux de vente de la production**

L'exploitation agricole dans le Bliss et le Fogny Kombo repose sur une production dont une partie est autoconsommée et une autre pour générer des revenus afin de subvenir aux besoins de la famille. En effet, 87,7% des cultivateurs interviewés font une autoconsommation et une commercialisation de leur production contre 12,3% qui produisent uniquement pour la consommation. Comme tout producteur, les exploitants agricoles écoulent leur production dans des marchés locaux, nationaux et dans la sous-région. Certains exploitants agricoles (54%) vendent leurs productions sur place (dans les champs). Ce sont les « *bana-banas* » qui trouvent les agriculteurs sur place pour marchander et acheter la production qu'ils conditionnent vers les centres urbains. Cela pourrait certes permettre aux agriculteurs de gagner du temps et de se départir de certaines dépenses comme les coûts de transport, mais ils gagneraient mieux s'ils vendaient eux-mêmes leurs productions dans les grandes villes. Ce constat a été souligné par certains travaux effectués dans la zone. En effet, selon Bâ (2019), la commercialisation dans les champs n'est pas profitable aux agriculteurs. Il y'a une émergence de « nouveaux *bana-banas* » constitués par les autochtones alors que dans le passé, cette activité était presque exclusivement pratiquée par les personnes originaires du nord du pays qui acheminent les produits principalement vers les marchés de Dakar. Les marchés locaux (Kafountine 38,30% des répondants et Diouloulou 28,30% des répondants) jouent un rôle très déterminant dans le conditionnement de la production des exploitants agricoles. Kafountine, avec son statut de site touristique ainsi que la taille de sa population qui est relativement importante, constitue la première destination pour la commercialisation dans les marchés locaux. Les destinations secondaires sont celles de Bignona (11%), Ziguinchor (10,30%), Dakar (3,70%) et Touba (1%). Les autres marchés fréquentés par nos interlocuteurs correspondent à 0,30% des observations. La commercialisation des produits agricoles est aussi un moment de compétition chez les exploitants pour la conquête des marchés extérieurs de la sous-région comme la Gambie (23% des répondants) et la Guinée Bissau (1,70% de nos interlocuteurs) (figure 28). La part importante de la République sœur de la Gambie peut s'expliquer par sa proximité avec les terroirs étudiés. Dans certaines localités comme Dombondir, Katak, Macouda et Madina Daffé, on peut se rendre facilement en Gambie par la marche. Mais aujourd'hui, c'est la moto qui est le moyen de transport le plus utilisé dans ces villages pour se déplacer vers ce pays. La tomate, le piment, la patate douce, le manioc et les produits fruitiers sont les productions les plus exportés selon les agriculteurs.

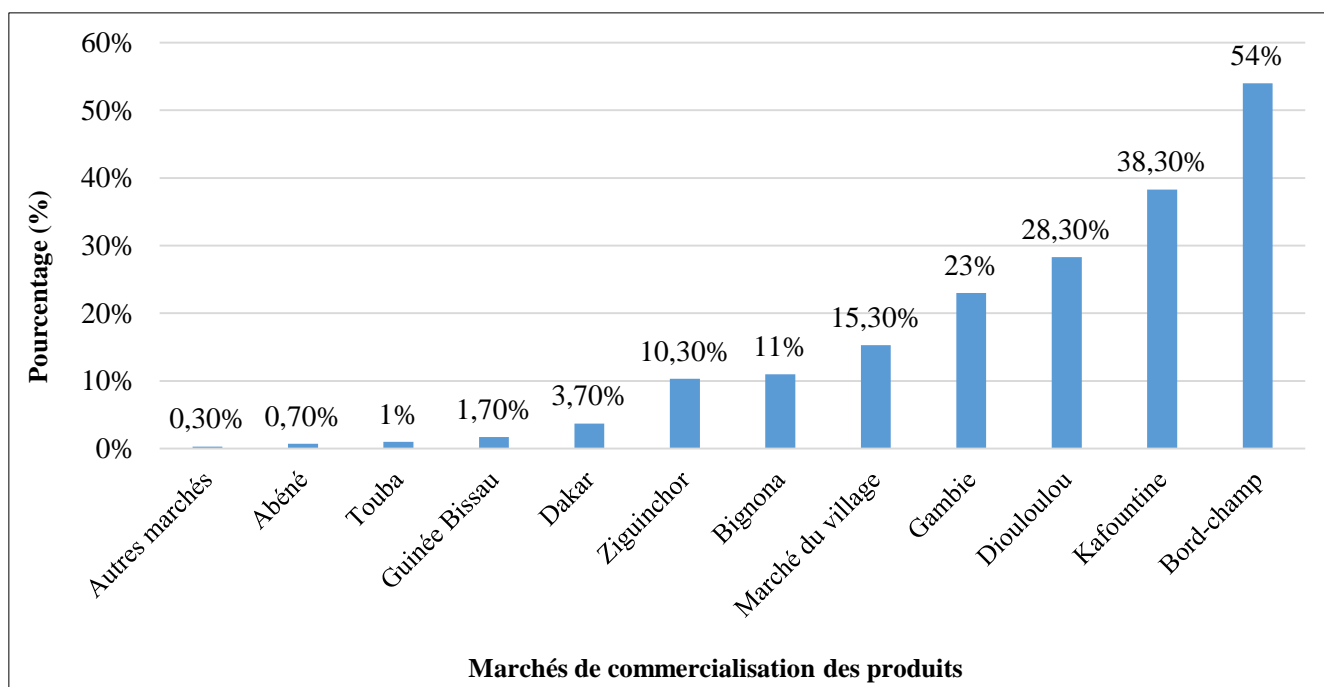


Figure 28: Marchés de vente de la production agricole des exploitants agricoles des terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### 3.6.2. Revenus des exploitants agricoles

L'agriculture est une activité qui fait vivre plus de la moitié de la population sénégalaise particulièrement les zones rurales. Elle permet aux ménages de se nourrir pendant une bonne période de l'année, mais aussi de gagner des revenus pour satisfaire les besoins familiaux. Dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, les revenus des ménages agricoles interrogés varient d'un exploitant agricole à un autre, et selon les spéculations. Les agriculteurs gagnent des revenus assez améliorés malgré les contraintes climatiques (déficit pluviométrique) et autres (maladies et ravageurs des cultures). Ainsi, 15,9% des agriculteurs gagnent un revenu moyen annuel de moins de 50 000 FCFA, 66,2% gagnent entre 50 000 et 100 000 FCFA et 52,2% entre 100 000 et 250 000 FCFA. Ceux qui ont des revenus compris entre 250 000 et 500 000 FCFA, entre 500 000 et 1 000 000 FCFA et voir même plus de 1 000 000 FCFA soit respectivement de l'ordre de 29,1%, 7,5% et 10,3%. L'enquête a montré que les spéculations comme l'arachide, l'arboriculture fruitière, et le maraîchage sont plus rentables pour les agriculteurs en termes de revenus (figure 29). Il est important de signaler que dans ces localités, le riz est une culture réservée exclusivement pour la consommation.

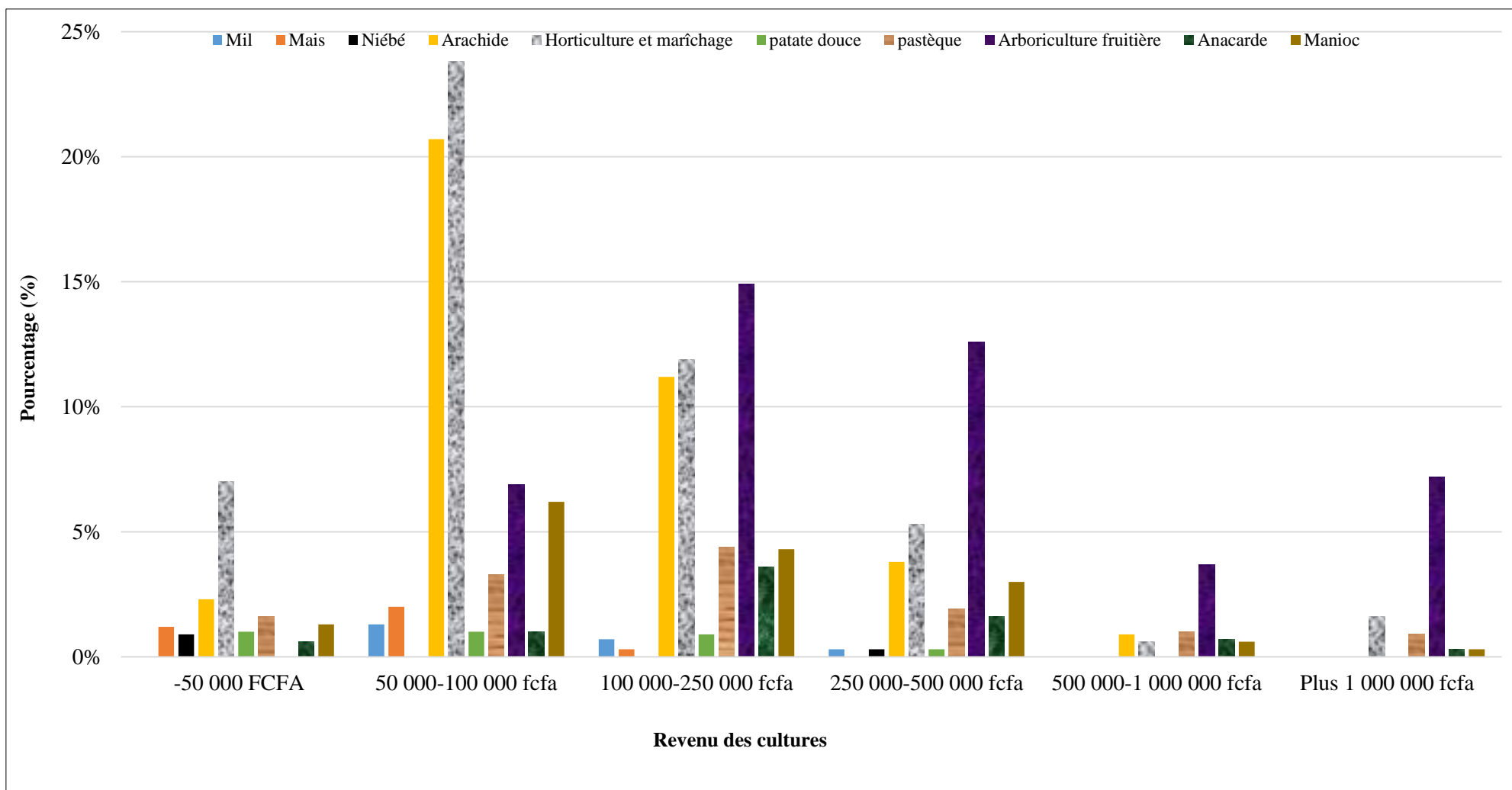


Figure 29: Revenus annuels moyens des exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### **3.7. Conservation des récoltes et semences**

La conservation des semences et de la production constitue une étape importante pour les exploitants agricoles. Ne pas maîtriser ou ignorer les bonnes pratiques de stockage ou de conservation pourrait conduire à des pertes de récoltes. Cette situation peut entraîner non seulement une insécurité alimentaire qui est toujours une réalité en Afrique, mais aussi des difficultés liées à la disponibilité des semences réservées pour la prochaine saison pluvieuse. Chez les 300 exploitants agricoles interrogés, le mode de conservation varie selon la nature des produits récoltés. Ces produits sont stockés soit dans un grenier fermé, soit dans un grenier-plafond ou encore dans une chambre qui sert de magasin pour le producteur. Ainsi, pour le riz, il est souvent conservé à l'intérieur du grenier fermé en entassant les bottes les unes contre les autres tout en évitant de laisser des espaces libres. C'est un mode de conservation qui peut beaucoup durer selon les cultivateurs. Dans les greniers-plafonds, la conservation est facilitée par la fumée du feu de la cuisine entretenu en dessous. Selon les exploitants agricoles, ce mode de stockage est exclusivement réservé aux produits de consommation. Le riz est parfois battu et les graines sont mises en sac ou dans des bidons à conserver dans le magasin.

Il en est de même pour certaines céréales comme le mil, le maïs et le niébé qui sont souvent conservées dans des bidons de 20L. Après la récolte, le maïs est parfois conservé avec les épis qui sont reliés entre eux et placés dans le plafond de la maison.

L'arachide quant à elle, est souvent stockée en coque dans des sacs qui sont entreposés dans un magasin. Quelques mois plus tard, ces coques sont décortiquées et les graines sont mises dans des bidons. Pour le manioc, il peut être conservé frais sous la terre puis récolté en cas de besoin. La durée de conservation par cette technique est d'environ 1 an selon les agriculteurs. Il peut aussi être épluché et découpé en morceaux, séchés sous le soleil, puis mis en sacs et stockés dans un magasin.

### **3.8. Contraintes liées à la production agricole**

Les contraintes déclarées par les cultivateurs au cours de nos enquêtes sont principalement d'ordre climatique, biologique, financière et technique. Contrairement aux producteurs de coton, aux riziculteurs et maraîchers qui sont dans la vallée du fleuve et le bassin de l'Anambé qui bénéficient régulièrement d'un appui en intrants sous forme de crédits par les sociétés publiques comme la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta (SAED), la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI) et la Société de Développement et des Fibres Textiles (SODEFITEX), les exploitants agricoles interrogés ont exprimé leur ras-le-bol, en considérant qu'ils sont souvent laissés à eux-mêmes.

La majorité d'entre eux ayant des moyens limités, rencontrent des difficultés d'accès aux matériels comme les équipements d'irrigation (motopompes, tuyaux PVC, etc.). Cette situation se reflète sur le cycle cultural plus rythmé par la saison des pluies, marquée aujourd'hui par des irrégularités et un déficit pluviométrique manifeste. L'eau est le premier facteur auquel est assujettie toute la mise en valeur. Sa non disponibilité pourrait impacter négativement sur cette dernière. La multiplication des chenilles et des pucerons, les maladies des plantes qui touchent une bonne partie de la production, la faible maîtrise des techniques culturales (préparation des sols, fertilisation et lutte contre les bioagresseurs), sont autant de difficultés auxquelles sont confrontés les exploitants agricoles dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo.

### **Conclusion**

En somme, l'agriculture dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo est toujours de type familial et traditionnel. Le «*kadiandou*» et la «*daba*» sont les deux principaux outils de labours utilisés pour exploiter les emblavures les moins importantes. Les outils modernes comme les semoirs avec la traction animale, les motoculteurs, les motopompes (pour l'irrigation dans le maraîchage) et les tracteurs sont très faiblement utilisés par les paysans.

Même si certains cultivateurs le font sans le savoir, les systèmes de cultures comme la jachère, l'association des cultures, la rotation ou la succession des cultures et la monoculture sont les principales pratiques agricoles développées par les exploitants.

La fertilisation minérale comme organique sont toutes les deux utilisées pour améliorer la qualité des sols et augmenter la production qui aujourd'hui, est plus vendue dans les marchés locaux mais aussi dans la sous-région.



---

## CHAPITRE IV : UTILISATION DES PESTICIDES ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES ASSOCIES

---

L'agriculture, qu'elle soit traditionnelle ou moderne, connaît parfaitement les cycles des principaux ravageurs et maladies des cultures. C'est un domaine d'activité hautement interactif et les affections des plantes cultivées sont étroitement liées aux pratiques qui visent à accroître la production. Ainsi, les exploitants agricoles ont toujours cherché à combattre les ravageurs et maladies des cultures par le recours aux pesticides en vue de minimiser leur impact sur la production.

### 4.1. Aperçu sur les pratiques phytosanitaires

La pression parasitaire constitue la principale contrainte de la production agricole. Pour lutter contre les ennemies des cultures, les exploitants agricoles privilégient plus la méthode chimique. On assiste dès l'instant à une utilisation intensive de produits phytopharmaceutiques de qualité douteuse. L'agriculture Sénégalaise consomme en moyenne par an, 598 tonnes de pesticides solides et 1 336 560 litres de pesticides liquides pour une valeur de près de 11 milliards de francs CFA (Diop, 2013). Au Sénégal, il existe environ 300 spécialités sur le marché, dont seulement 200 étaient autorisées par le CILSS (Comité Inter-État de Lutte contre la Sécheresse au Sahel) en septembre 2004. Ces 300 spécialités intéressent près de 80 matières actives (PAN, 2006). Parmi les dix pesticides qui représentent la plus grande menace sur la reproduction et le développement, trois sont utilisés au Sénégal (*Bénomyl, Myclobutanil et Thiophanate-méthyl*). Parmi les dix pesticides de première catégorie d'empoisonnement systématique aigu, cinq sont utilisés au Sénégal (*1,3 dichloropropène, paraquat dichloride, méthomyl, aldicarbe et méthamidophos*). Parmi les dix pesticides les plus cancérigènes, sept sont utilisés au Sénégal (*1,3 dichloropropène, manèbe, diuron, chlorothalonil, mancozèbe, iprodione et metam-sodium*). Parmi les dix pesticides, les plus grands inhibiteurs de la cholinestérase, cinq sont utilisés au Sénégal (*chlorpyrifos, diaziron, méthomyl, malathion et aldicarbe*). Parmi les dix pesticides qui contaminent le plus la nappe phréatique, cinq sont utilisés au Sénégal (*diuron, aldicarbe, metolachlor, hexazinone et atrazine*). Le malathion, le manèbe et le mancozèbe font partie des produits dangereux évoqués ci-dessus. Ils sont respectivement utilisés par 15,7%, 2,8% et 0,6% des exploitants agricoles interrogés.

#### **4.2. Analyse des facteurs d'usage abusif des pesticides**

En Basse-Casamance, quatre principaux types de facteurs conduisent à l'utilisation abusive des produits phytosanitaires dans les exploitations agricoles : les facteurs économiques, les facteurs socioculturels, les facteurs institutionnels et les facteurs environnementaux. Les facteurs économiques caractérisés par un accroissement des exploitations maraîchères ainsi que des vergers d'agrumes, conduisent à une augmentation dans leur part de contribution du PIB et s'accompagnent d'une intensification de l'utilisation des pesticides.

La demande croissante de produits a également entraîné une recrudescence du nombre de distributeurs des pesticides. Tous ces revendeurs sont des relais qui facilitent l'accès et la consommation des produits phytosanitaires. Au Bénin, Ahouangninou *et al.* (2011) estiment que l'enjeu commercial peut expliquer le fait que les producteurs maraîchers pratiquent une protection intensive des cultures pour lutter contre les ravageurs et accroître la production.

Pour ce qui est des facteurs socioculturels, ils sont marqués par un taux d'analphabétisme de 44,3% des exploitants agricoles. Cette situation, combinée au manque de formation, occasionne une ignorance des principaux bioagresseurs par les agriculteurs et par conséquent une utilisation intensive des pesticides, parfois inadaptés. Ces facteurs d'analphabétisme et de manque de formation ont été soulignés par plusieurs scientifiques dans leurs recherches au Burkina Faso (Son, 2018, Congo, 2013, Ohui, 2014, Lehmann *et al.* 2016a, Tarnagda *et al.* 2017), en Côte d'Ivoire (Wognin *et al.* 2013), au Sénégal (Wade, 2003 ; Badiane, 2004) et au Togo (Kanda, 2011 ; Kanda *et al.* 2013).

Dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, la forte pression parasitaire, le faible niveau d'instruction, l'accès facile aux pesticides, l'ignorance et le manque de formation des exploitants agricoles dont un fort taux de 93,2% noté (figure 30), sont autant de facteurs qui conduisent à une utilisation abusive des produits phytosanitaires. Tous ces facteurs représentent de puissantes «forces motrices» qui contribuent non seulement à l'utilisation intensive des pesticides dans les exploitations agricoles, mais aussi à leur usage inapproprié. Cela pourrait induire des conséquences fâcheuses sur la santé humaine et environnementale.

Les facteurs institutionnels quant à eux, sont caractérisés par la fragilité des institutions chargées de la gestion des produits phytosanitaires au Sénégal. Il s'agit notamment des insuffisances constatées dans les importations, la vente et l'utilisation des produits ainsi que dans l'application de la loi relative à l'usage des pesticides. Au Burkina Faso, plus de 90% des pesticides utilisés par les producteurs sont achetés sans garantie de qualité sur les marchés locaux (Son, 2018).

De plus, l'insuffisance voire même l'absence de sensibilisation et d'informations des exploitants agricoles sur les bonnes pratiques d'usage des pesticides et les méthodes alternatives de lutte contre les bioagresseurs, contribuent à l'utilisation inappropriée de ces produits chimiques.

Les facteurs environnementaux se caractérisent par la récurrence des ravageurs et des maladies, en partie liés aux changements climatiques et aux échanges commerciaux des végétaux (Pfeiffer *et al.* 2013).

Selon plusieurs auteurs (Legrève et Duveiller, 2010 ; Brodeur *et al.* 2013 ; Boileau, 2015), l'augmentation de la température réduit la période d'incubation des ravageurs et facilite une augmentation du nombre de cycles par saison. Au Sénégal particulièrement dans la zone des Niayes, la forte pression parasitaire exige des traitements appropriés pour réduire les dégâts causés par les ravageurs afin d'améliorer les rendements (Gueye, 2009 ; Ngom *et al.* 2012). En revanche, Cissé *et al.* 2003 pensent que la fréquence d'utilisation des produits phytosanitaires est plus conditionnée par la disposition du produit que par la présence d'attaques chez les petits producteurs de la zone des Niayes.

Au Niger, Zabeirou *et al.* 2018 soulignent que 97% de maraîchers admettent que l'usage des pesticides permet de réduire les pertes liées aux ravageurs de cultures.

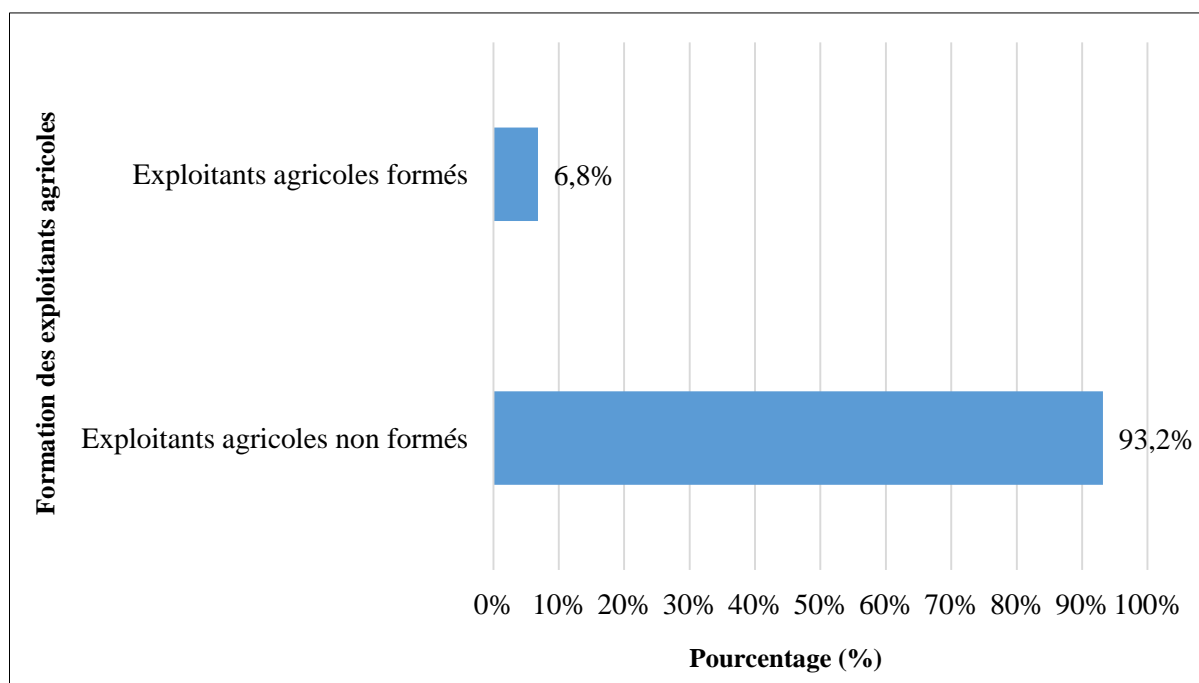


Figure 30: Fréquences des exploitants agricoles formés et non formés sur les pratiques d'utilisation des pesticides en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### **4.3. Parasites ou ravageurs des cultures enregistrés dans la zone d'étude**

Dans leurs champs d'exploitation, leurs vergers ou encore leurs jardins, les exploitants agricoles ont toujours subi des attaques des ravageurs de cultures.

Beaucoup d'insectes et d'animaux ravageurs ont été cités par nos interlocuteurs lors de cette étude. Les résultats de l'enquête ont révélés que les pucerons (des agrumes, du haricot, des choux, du navet, de l'aubergine, de la tomate, de la patate, etc.) sont les plus cités par les exploitants agricoles interrogés (54,7%). Entre autres insectes cités, nous avons la mouche des fruits (48,3%), la mouche blanche (35,3%), les criquets et sauterelles (34,7%), les chenilles (33,7%), les aleurodes des cultures maraichères (33%), les rongeurs (23%), les cochenilles (21,3%), etc. (figure 31).

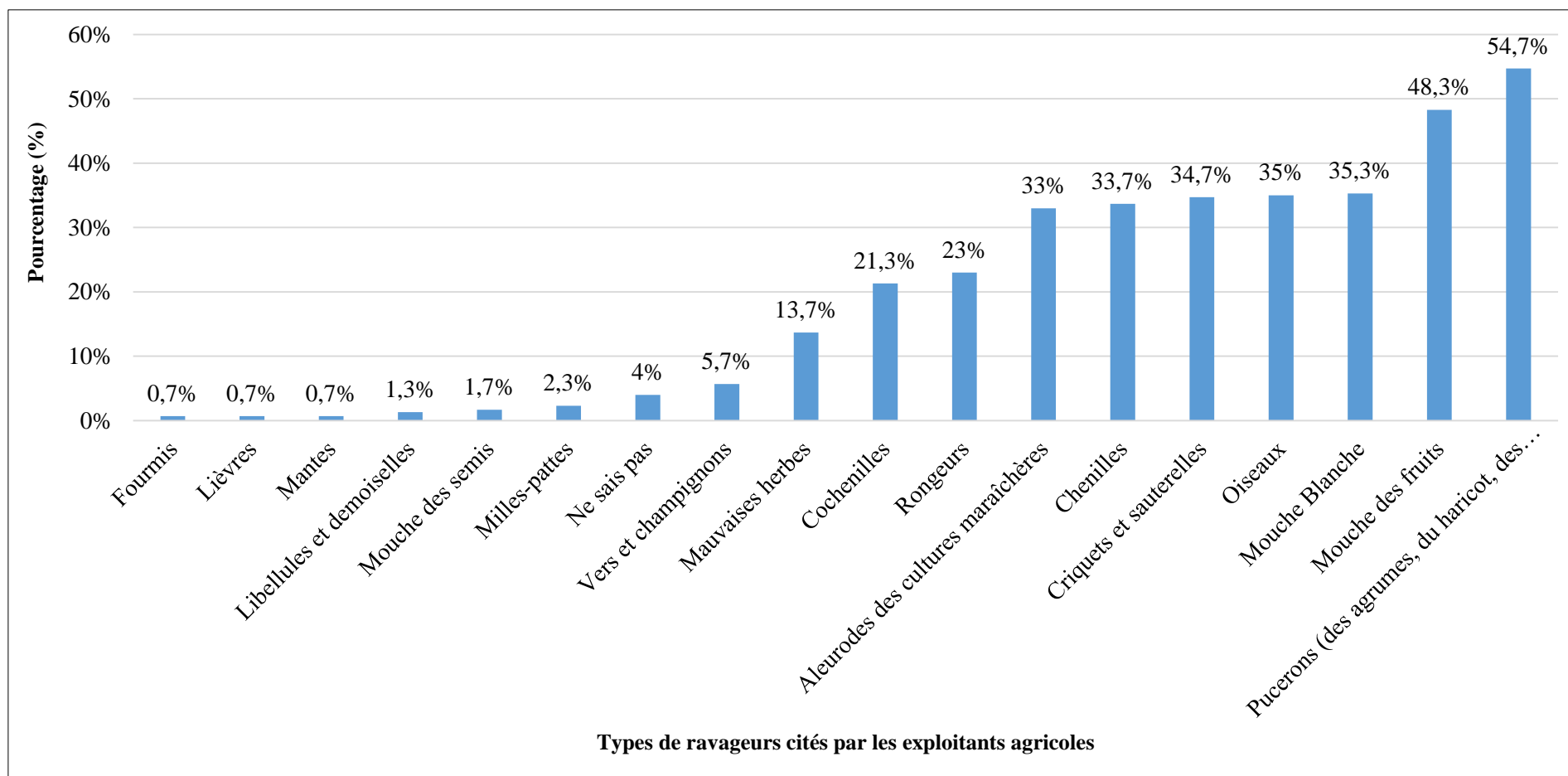


Figure 31: Perceptions des exploitants agricoles sur les types de ravageurs de leurs cultures dans la zone d'étude en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Les oiseaux aussi ont une part importante parmi les ennemis des cultures chez les exploitants agricoles dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo (35%). Les mauvaises herbes ainsi que les vers et champignons sont cités parmi les espèces ennemies des cultures de nos interlocuteurs. Ces ennemies des cultures, multiples et diverses, obligent les exploitants agricoles à utiliser les pesticides pour protéger les cultures et améliorer les rendements.

#### **4.4. Pratiques phytosanitaires et risques pour la santé humaine**

Dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, plusieurs types de produits phytosanitaires sont utilisés et commercialisés, sans respect pour la plupart, des normes d'utilisation requises. La pression parasitaire constitue une contrainte pressante pour la production agricole.

L'intensité des dégâts infligés dépend de la capacité de l'exploitant agricole à maîtriser les techniques de lutte ; alors que, les connaissances des producteurs sur les méthodes de lutte contre les ravageurs et les maladies sont généralement limitées. C'est ainsi que divers produits sont utilisés à des fréquences et doses diverses dans des conditions météorologiques différentes d'un agriculteur à un autre.

##### **4.4.1. Diversité des pesticides et substances actives utilisés**

Dans cette étude, l'enquête a révélé 41 noms commerciaux de pesticides utilisés par les exploitants agricoles dont 31 matières actives. Parmi les formulations des pesticides recensés, les plus utilisées sont le Malathion (15,7%), le Lampride 46 EC (15,7%), Arsenal 500 EC (12,4%), Diméthoate (10,7%), Pacha 25 EC (8,4%) et Pasch 'mine 50 EC (5,1%) (tableau 19). Un fort taux de 28,7% des exploitants agricoles ne connaissent pas le type de pesticide utilisé. Suite aux contraintes liées à la faiblesse du niveau d'instruction, le manque de formation ainsi que l'ignorance, 62,4% des agriculteurs usagers des pesticides ne lisent pas les étiquettes d'emballage des pesticides pour non seulement faire le choix du pesticide selon la cible, mais aussi et surtout pour appliquer la dose recommandée. Ils se basent sur les conseils des revendeurs ou collègues agriculteurs qui n'ont malheureusement pas d'expériences avérées pour la plupart sur les bonnes pratiques d'usage des pesticides.

Une pratique très dangereuse notée sur le choix des produits est l'odeur piquante qui, lorsqu'elle est forte, constitue la bonne qualité du produit chez beaucoup d'exploitants agricoles.

Au Sénégal, près de 300 spécialités commerciales sont utilisées, à partir d'environ 80 matières actives (Pan, 2006). Selon Sow *et al.* 2004, près de 12 produits utilisés sont identifiés comme hautement à modérément toxiques (carbofuran, l'endosulfan, le fénitrothion, le métamidophos, le chopyrifos, le diméthoate, le monocrotophos, le lindane, la deltaméthrine, l'éthiopop, le méthomyl et le parathion-éthyle).

Dans une étude qui date de 2003, Cissé *et al.* (2003) ont enregistré 122 noms commerciaux de pesticides dont 67 matières actives différentes dans la zone des Niayes.

Tableau 19: Types de pesticides utilisés par les exploitants agricoles dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020

| Nom commercial  | Matière Active                                   | Famille                               | Utilisation                          | Fréquence d'usage (%) |
|-----------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Abamec 18 EC    | Abamectine 18g/L                                 | Avermectines                          | Acaricide, insecticide,              | 1,1                   |
| Arsenal 500 EC  | Profénofos 500g/L                                | Carbamates                            | Herbicide, insecticide,<br>Acaricide | 12,4                  |
| BF2 Hyfer Plus  | Azote 22% + Phosphate 11% + Potassium 9%         | X <sup>6</sup>                        | Engrais foliaire/Insecticide         | 0,6                   |
| Biocarex 18 EC  | Abamectine 18g/L                                 | Avermectines                          | Insecticide                          | 1,1                   |
| Bionex          | Formules à base naturelle et dérivées de plantes | Biopesticide                          | Insecticide                          | 0,6                   |
| Bomec 18 EC     | Abamectine 18g/L                                 | Avermectines                          | Insecticide/Acaricide                | 0,6                   |
| Chimithion      | Azinfos méthyl pur 25g/L                         | X <sup>6</sup>                        | Insecticide                          | 0,6                   |
| Confida         | Imidaclopride 200g/L                             | Néonicotinoïdes                       | Insecticide                          | 0,6                   |
| Cuivre          | Oxychlorure de cuivre 50g/Kg                     | Carboxyliques acide amide +<br>Cuivre | Fongicide, bactéricide               | 0,6                   |
| Cypermex 400 EC | Cyperméthrine 400g/L                             | Pyréthrinoïdes de synthèse            | Insecticide                          | 0,6                   |
| Cypermex 100 EC | Cyperméthrine 100g/L                             | Pyréthrinoïdes de synthèse            | Insecticide                          | 0,6                   |



|                     |  |  |   |      |
|---------------------|--|--|---|------|
| Deltameth 25 EC     | Deltaméthrine 25g/L                                  | Pyréthrinoïdes                         | Insecticide   | 4,5  |
| Dicofol 480 EC      | Dicofol 480g/L                                       | Organochloré proche du DDT             | Insecticide et acaricide  | 3,9  |
| Diméthoate          | Diméthoate   | Organophosphorés                       | Insecticide et acaricide  | 10,7 |
| Dimeth 400 EC       | Diméthoate 400g/L                                    | Organophosphorés                       | Insecticide et acaricide  | 4,5  |
| Dicofort 112 EC     | Abamectine 10g/L                                     | Organophosphoré                        | Insecticide et acaricide  | 0,6  |
| Décis 25 EC         | Deltamétrine 25g/L                                   | Pyréthrinoïdes                         | Insecticide   | 1,1  |
| Furadan 480 EC      | Carbofuran 480g/L                                    | Carbamates                             | Insecticide/nématicide  | 0,6  |
| Fungi super         | X <sup>6</sup>                                       | X <sup>6</sup>                         | Fongicide/Bactéricide   | 0,6  |
| Goodmatox<br>500 EC | Malathion 500g/L                                     | Organophosphoré<br>parasymphomimétique | Insecticide   | 0,6  |
| Herbextra           | 2,4 D Sel 720g/L + Amine 720g/L                      | Sunphosate                             | Herbicide   | 1,1  |
| K-fol-grofol        | 20% de Phosphore et 55% de Potassium                 | Carbamates                             | Insecticide, fongicide,<br>herbicide, fertilisation<br>foliaire | 0,6  |
| Grofol 20-30-10     | 20% d'Azote + 30% de Phosphore + 10% de<br>Potassium | X <sup>6</sup>                         | Engrais NPK en<br>pulvérisation foliaire                        | 0,6  |

|                    |  |  |                       |      |
|--------------------|--|--|-----------------------|------|
| K-optimal          | Lambda-cyhalotrine<br>15g/L+ Acétamipride 20g/L            | Pyréthriñoïdes de synthèse +<br>Néonicotinoïde | Insecticide           | 1,1  |
| Lampride 46 EC     | Lambda-cyhalotrine 30g/L + Acétamipride 16g/L              | Pyréthriñoïdes + Néonicotinoïdes               | Insecticide           | 15,7 |
| Malathion          | Malathion  | Organophosphoré                                | Insecticide           | 15,7 |
| Mal'atrap          | Malathion 25% + Méthyl eugénol 75%                         | Organothiophosphatée                           | Insecticide           | 1,7  |
| Mancozèbe 80%      | Mancozèbe 800g/Kg ; 800g/L                                 | Carbamates                                     | Fongicide             | 0,6  |
| Manèbe             | Manèbe 800g/Kg ; 800g/L                                    | Dithiocarbamates                               | Fongicide             | 2,8  |
| Matox plus 500 EC  | Malathion 500g/L   | Organophosphoré                                | Insecticide           | 1,1  |
| Pacha 25EC         | Lambda-cyhalotrine 15g/L + Acétamipride 10g/L              | Pyréthriñoïdes + néonicotinoïde                | Insecticide           | 8,4  |
| Pasch 'mine 50 EC  | Acétamipride 20g/L + Lambda-cyhalotrine 30g/L              | Pyréthriñoïdes + néonicotinoïde                | Insecticide           | 5,1  |
| Poliquel Calcium   | Calcium 10% + Magnésium 1% + Bore 0,5% +<br>Molybdène 0,1% | Poliquels                                      | Fertilisant foliaire  | 0,6  |
| Poliquel Multi     | Sulfonâtes + acide humique                                 | Poliquels                                      | Fertilisant foliaire  | 0,6  |
| Pyral 5G           | Malathion  | Organophosphorés                               | Insecticide-Acaricide | 1,1  |
| Success Appât 0,24 | Spinosad + Attractif 0,24g/L                               | Spinosynes                                     | Insecticide           | 1,1  |

|                  |   |                  |  |     |
|------------------|---|------------------|--|-----|
| Sulfus 80%       | Soufre 800g/Kg ; 800g/L                                 | Soufre micronisé | Fongicide, insecticide et<br>Acaricide | 1,1 |
| Super Abam 20 EC | Abamectine 20g/L  | Avermectines     | Insecticide                            | 1,1 |
| Terpid 81 EC     | Cyperméthrine 21% + Acétamiprid 10% +<br>Profénofos 50% | X <sup>6</sup>   | Insecticide                            | 1,1 |
| Taméga 25 EC     | Deltaméthrine 25g/L                                     | Pyréthriñoïdes   | Insecticide                            | 0,6 |

(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

---

<sup>6</sup> Données manquantes

Les pesticides enregistrés lors de notre analyse sont à base de trente-et-une matières actives. Ces produits phytosanitaires sont constitués essentiellement d'insecticides (59,3%), d'acaricides (16,6%), de fongicides (11,1%), d'herbicides (5,6%) et de fertilisants foliaires (7,4%). Sous cet angle 48,3% des exploitants agricoles qui utilisent les pesticides ne connaissent pas le nom du produit phytosanitaire. Les familles chimiques des insecticides les plus rencontrés sont les pyréthrinoïdes (28,1%), les organophosphorés (21,9%), les néonicotinoïdes (15,6%) et les avermectines (12,5%). D'autres produits non identifiés (21,9%) et supposés frauduleux à cause de l'inexistence d'étiquettes ont été aussi retrouvés chez les exploitants agricoles (figure 32). Dans la zone des Niayes, les organophosphorés sont les plus utilisés (54,3 %), suivis des carbamates (21,2 %), des organochlorés (8,7 %), des pyréthrinoïdes (6,1 %) (Ngom *et al.* 2012). Par ordre d'importance, Cissé *et al.* (2003) eux, relèvent les organophosphorés, les organochlorés, les pyréthrinoïdes et les carbamates comme étant les pesticides les plus utilisés dans la zone des Niayes. Au Niger, Zabeirou *et al.* (2018) notent que les familles chimiques les plus utilisées sont les organophosphorés (34,61 %), les pyréthrinoïdes (15,38 %) et les avermectines (11,53%).

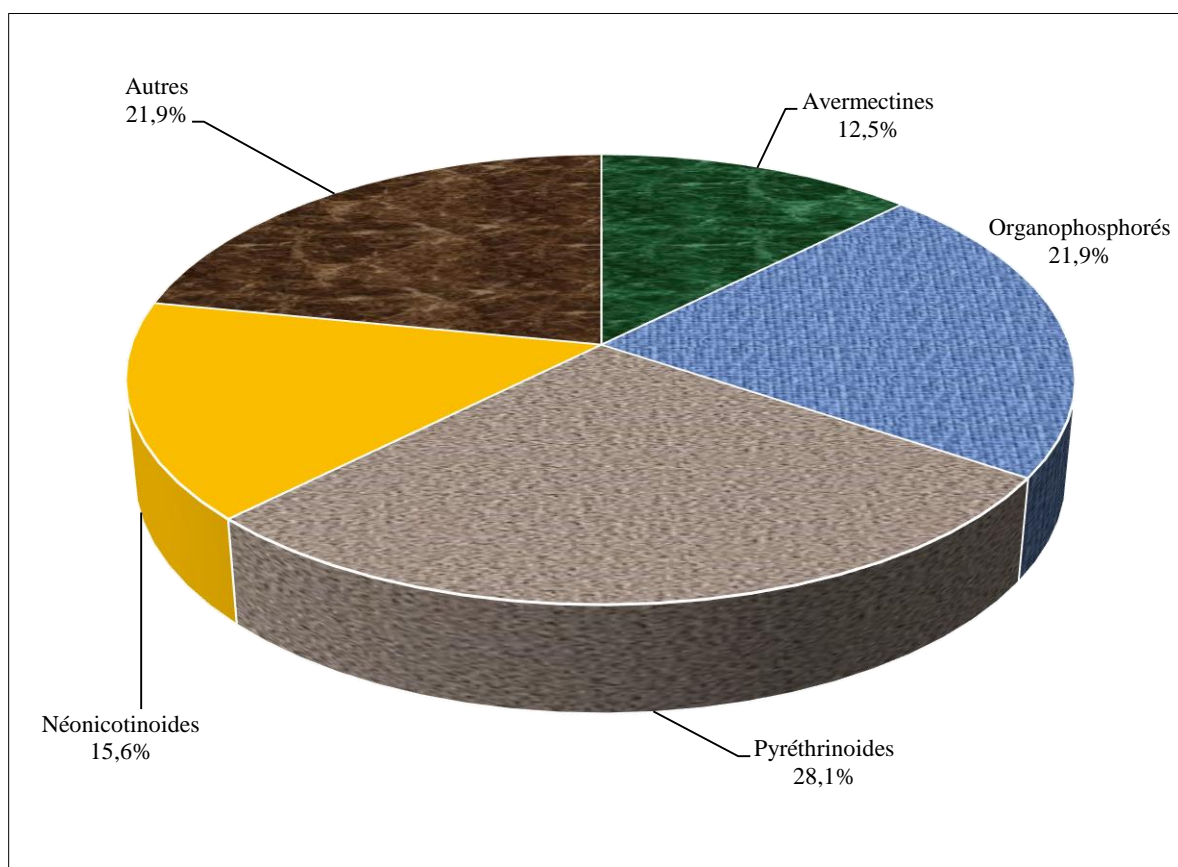


Figure 32: Familles des pesticides utilisés dans le Bliss et le Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Les exploitants agricoles qui n'utilisent ni de pesticides chimiques, ni de plantes pesticides et s'adossent aux conditions naturelles sont de l'ordre de 29%. D'autres par contre, utilisent une solution préparée à base de l'engrais pour pulvériser leurs cultures (0,4%).

La lutte naturelle est bien présente chez certains de nos interlocuteurs. En effet, 10,4% des enquêtés utilisent les plantes pesticides comme moyen de lutte contre les ravageurs de cultures. D'autres stratégies comme la pulvérisation avec de l'eau chaude, ainsi que celle avec de l'ail et du piment, sont aussi développées par les exploitants agricoles (0,4%) (figure 33).

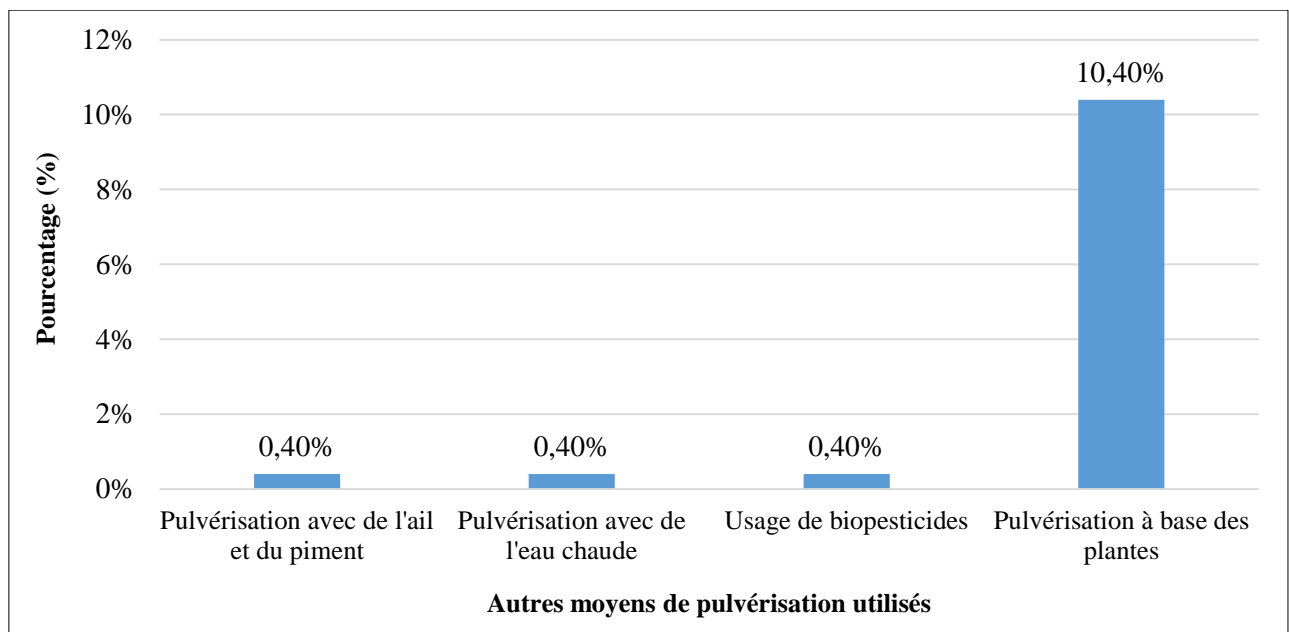


Figure 33: Autres stratégies de lutte développées par les exploitants agricoles des terroirs de Bliss et de Fogy Kombo pour le traitement des cultures, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.4.2. Dosage appliqué par les exploitants agricoles

Les résultats de l'enquête ont montré le manque de professionnalisme des exploitants agricoles dans l'utilisation des pesticides.

Différentes formes de dosage sont observées chez les exploitants agricoles. Si d'aucuns se basent sur la capacité du pulvérisateur pour effectuer le dosage (1,2%), d'autres raisonnent en terme de nombre de litres pour un nombre de flacons de la bouteille du produit utilisé pour mesurer, ou encore de récipients comme les bassines ou arrosoirs. Ces types de dosages montrent encore une fois des imprécisions qui exposent les agriculteurs à des risques sanitaires et de contamination de l'environnement et des cultures traitées. Il existe des exploitants qui se réfèrent sur les étiquettes du produit pour effectuer le dosage (6,7%).

En revanche, d'autres ne font que suivre les conseils soit du revendeur du produit, soit de leurs collègues agriculteurs (2,2%). Ces comportements relèvent du manque de formation sur les bonnes pratiques d'utilisation des pesticides et du faible niveau d'instruction des usagers. La figure 34 montre les différents types de dosages des produits phytosanitaires chez les exploitants agricoles interrogés lors de cette étude.

Ces résultats corroborent ceux d'autres auteurs (Cissé *et al.* 2003 ; Toe *et al.* 2004 ; Ahouangninou *et al.* 2011) qui ont fait état de l'utilisation importante et incontrôlée des pesticides dans l'agriculture en Afrique de l'Ouest. Selon certains auteurs (Akogbeto *et al.* 2005 ; Martin *et al.* 2000), le non-respect des dosages recommandés par les experts entraîne une résistance des bioagresseurs. Les granulés et les poudres ne sont pas soumis à la quantification, ils sont versés directement dans le pulvérisateur, ce qui laisse douter sur la dose appliquée. La même erreur de préparer un mélange sans maîtriser le dosage est de verser le produit liquide directement dans le pulvérisateur.

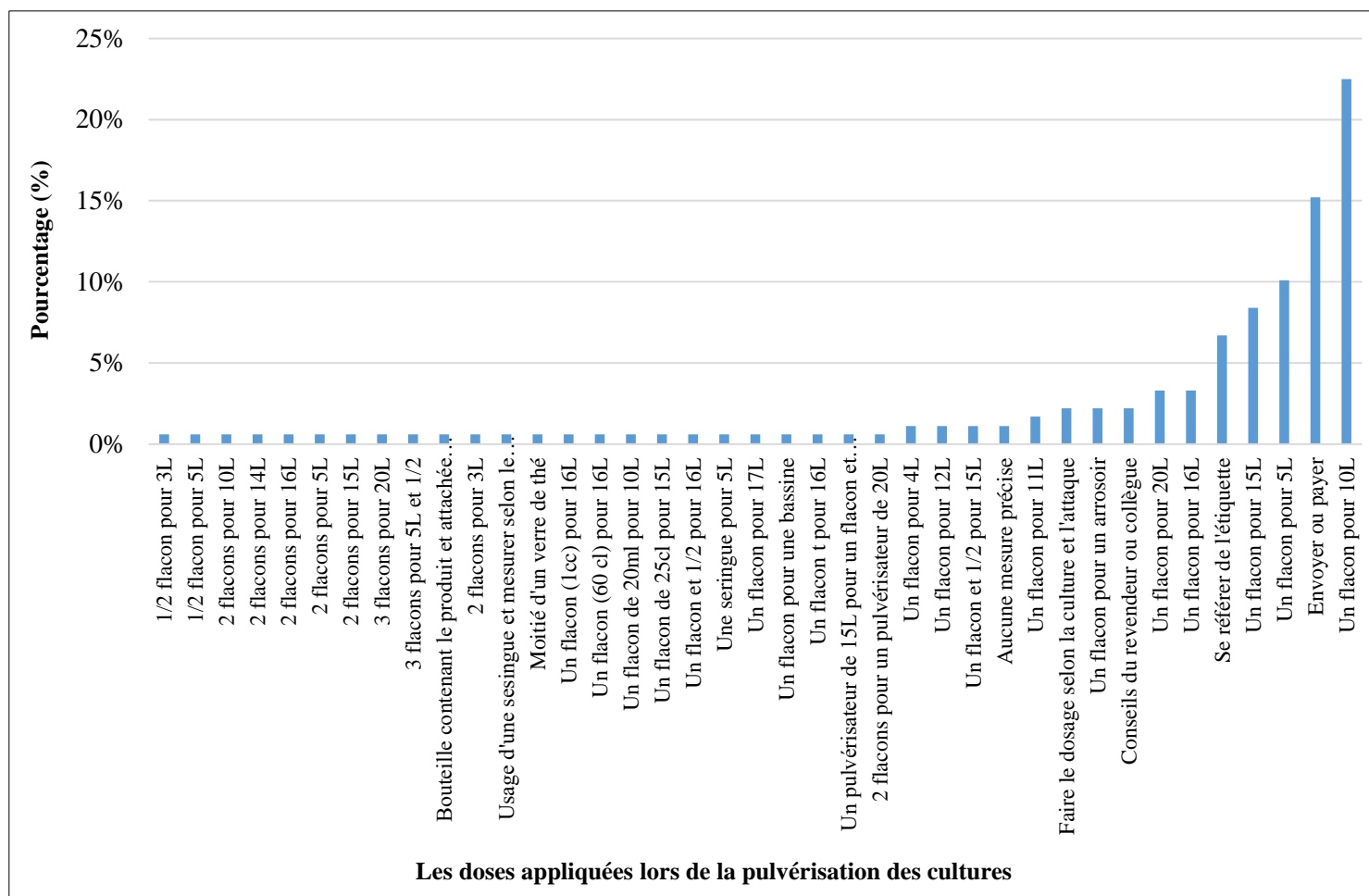


Figure 34: Types de dosages des pesticides pratiqués par les exploitants agricoles pour la pulvérisation des emblavures dans le Bliss et le Fogy Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Dans le souci d'accroître l'efficacité des traitements, certains producteurs font des mélanges de doses. Lors de notre enquête, les pesticides recensés et qui sont souvent mélangés sont (Arsenal 500EC + Deltameth 25 EC + Malathion ; Confida + K-fol-grofol ; Deltameth 25 EC + Diméthoate). Certains producteurs font le mélange d'un produit dont ils n'ont pas retenu le nom, avec le Lampride 46 EC. Parmi les agriculteurs qui font ces pratiques de mélanges dans les doses, 55,6% n'ont pas retenu les noms des pesticides souvent mélangés.

Selon Ahouangninou *et al.* (2011), le cas le plus fréquent dans le mélange des pesticides au Bénin est l'association de deux insecticides (COTALM P218 EC et DECIS 15 EC) ou d'un fongicide et d'un autre insecticide.

#### **4.5. Impacts des pesticides sur l'environnement et la santé**

C'est avec la publication de l'ouvrage « *Printemps Silencieux* » de Rachel Carson (1962) que le public a commencé à s'inquiéter sur l'impact environnemental des pesticides. Il s'agit en effet des treize substances actives qui ont le plus d'impacts sur la mortalité des oiseaux pêcheurs. Ainsi, des questions ont été posées sur les différents mécanismes de transfert impliqués dans la pollution des eaux. Dans cette étude, nous avons enregistré de nombreux types de pesticides faisant objet d'analyse de paramètres physico-chimiques (polarité, solubilité, etc.). L'intensification durable de la production et la prévention des pertes de récoltes sont des éléments clés pour augmenter les rendements de la production et garantir leur régularité. L'usage à outrance d'intrants (engrais et pesticides) est le plus souvent la solution la plus facile et la plus sûre à court terme chez les exploitants agricoles. Ces pratiques d'intensification, qui conduisent parfois à une utilisation excessive d'engrais et de produits phytosanitaires, ont des impacts négatifs manifestes sur l'environnement et la santé. De ce constat, il se pose la question de la pérennité de ces pratiques agricoles. La société civile et les institutions publiques s'interrogent sur la durabilité de ce système de production et consultent la communauté scientifique dans le dessein d'un développement harmonieux, arrimé à des alternatives qui garantissent une agriculture saine, soucieuse de l'environnement et de la santé des populations. Comment mettre en place des systèmes de production dans les territoires, qui permettent d'atteindre les objectifs (augmenter la production, assurer des niveaux acceptables de sécurité alimentaire, etc.) ? L'utilisation des produits phytosanitaires ou pesticides est certes nécessaire pour les producteurs (augmentation des rendements, prévention contre les déprédateurs des cultures, etc.) mais, l'usage abusif et mal contrôlé induit des conséquences graves sur les plantes, la santé humaine et environnementale.



#### **4.5.1. La démarche Forces motrices-Pressions-État-Impact-Réponses (FPEIR)**

L'élaboration d'un indicateur implique plusieurs étapes successives de structuration des informations disponibles, avec des choix en termes d'objectifs, de méthodes de travail et de critères de sélection (Maurizi et Verrel, 2002). Il existe plusieurs systèmes de classification des indicateurs.

Au niveau européen, le référentiel retenu est celui développé par l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) à partir du modèle PER (Pressions-État-Réponses) (CORPEN, 2003). Ce modèle dénommé FPEIR (Forces motrices-Pressions-État-Impact-Réponses) ; en anglais DPSIR : *Driving forces-Pressure-State-Impact-Responses*, vise à décrire les interactions entre la société et l'environnement à l'aide d'indicateurs et de données statistiques diverses (figure 35).

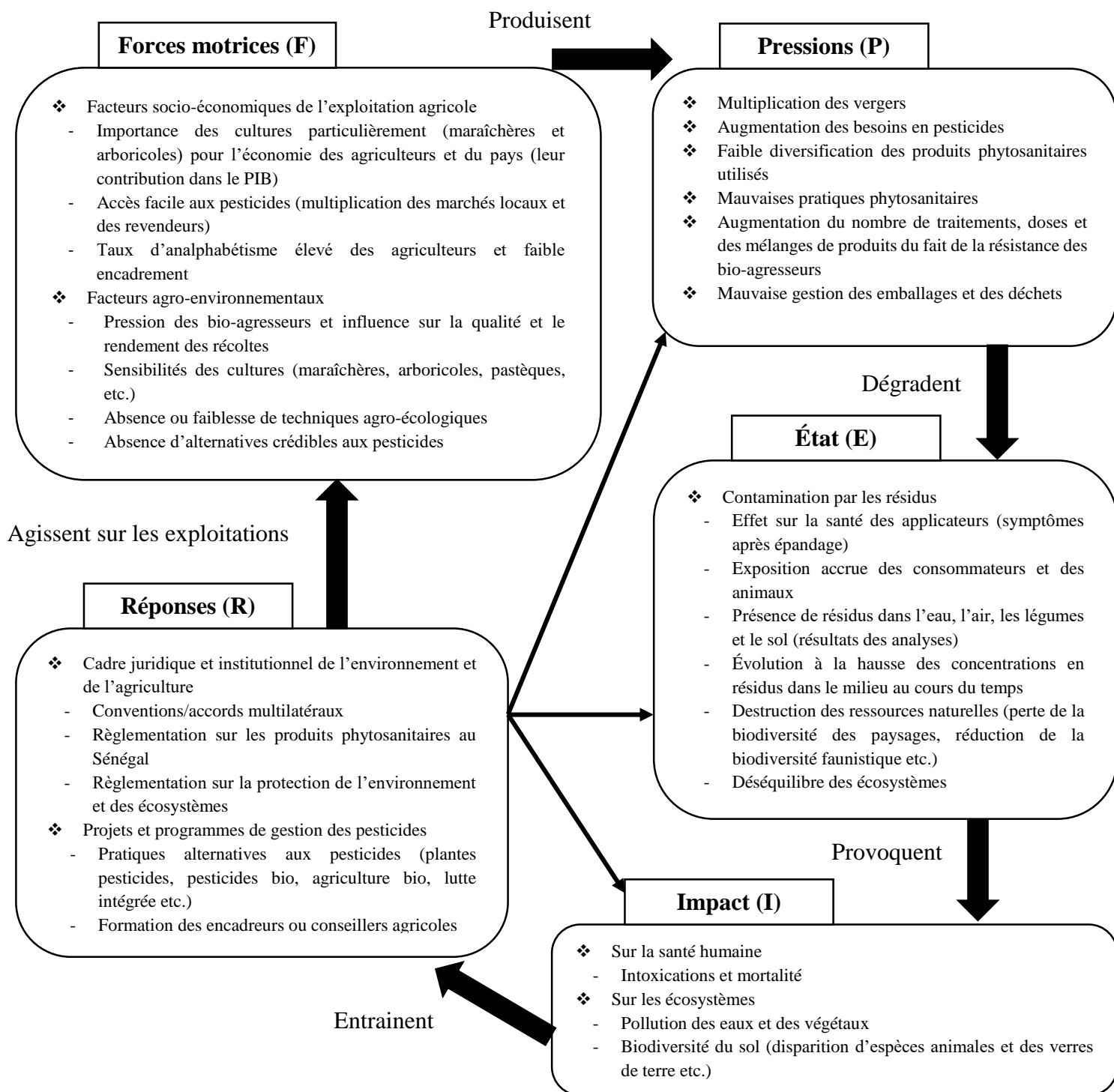


Figure 35: Représentation schématisée du modèle FPEIR (Forces motrices-Pressions-État-Impact-Réponses) appliqué aux activités agricoles (Source : Adapté de Gouda, 2018)

Cette approche logique basée sur les liens de causalité entre les composantes des systèmes cultureux et l'environnement a été utilisée dans cette étude. Les éléments de la FPEIR et les indicateurs analysés sont définis comme suit :

- Les **Forces** motrices (*Driving forces*) représentent les changements observés au niveau des activités humaines. Il peut s'agir de variables internes au système (activités : industrie, agriculture, mais aussi population) ou de variables externes comme les manifestations du changement climatique (sécheresses récurrentes, inondations...), la politique agricole, l'évolution technologique, le commerce international ;
- Les indicateurs de **Pressions** (*Pressure*) décrivent la pression polluante exercée par les activités agricoles ;
- Les indicateurs d'**État** (*State*) renseignent sur l'évolution des caractéristiques des milieux récepteurs en relation avec les transferts de substances étudiées et les réponses des milieux ;
- Les indicateurs d'**Impact** (*Impact*) caractérisent les perturbations ultimes induites par les modifications de l'état du milieu. Ils peuvent être des bio indicateurs ou des indicateurs de pression fondés sur les émissions ;
- Enfin, les indicateurs de **Réponses** (*Responses*) permettent d'évaluer les efforts consentis et décrivent les actions correctives entreprises ainsi que leur efficacité en fonction de l'objectif visé et du calendrier d'application.

Plusieurs facteurs motivent les agriculteurs à utiliser les produits phytosanitaires dans leurs exploitations. Cet usage engendre des effets néfastes sur la santé des exploitants agricoles et sur l'environnement. Dans ce contexte, les autorités ont mis en place des actions préventives ou correctives pour une gestion environnementale plus durable, même si cela ne suffit pas ou reste encore à améliorer. Dans la version simplifiée des PER (Pressions-État-Réponses), cette classification permet de recouvrir la diversité des questions à aborder et d'aller au-delà des indicateurs de pratiques agricoles, notamment le problème de la pollution d'origine agricole.

#### **4.6. Analyse des niveaux d'exposition des exploitants agricoles et de l'environnement aux pesticides**

L'utilisation des pesticides sur les cultures obéit à des règles de bonnes pratiques agricoles qui contribuent à garantir la sécurité alimentaire, à protéger les usagers (agriculteurs...) et l'environnement des effets nocifs d'une mauvaise utilisation. L'exposition humaine aux pesticides peut se produire dans les zones de traitement des semences et des récoltes (Fenske et Day, 2005).

La préparation de la bouillie et de la pulvérisation (port des Équipements de Protection Individuelle (EPI)) sont des moments pleins d'enseignements sur les pratiques locales d'usage des produits phytosanitaires.

#### **4.6.1. Expositions liées à la toxicité intrinsèque des pesticides**

Les produits peuvent être sous forme de poudres, de granulés ou de liquide. Les études ont montré que les produits sous la forme de poudres présentent plus de risques d'exposition (Glass et Machera, 2009). Cependant, les produits liquides pénètrent plus rapidement la peau, en particulier les mains (Berenstein *et al.* 2014).

#### **4.6.2. Expositions liées à la préparation de la bouillie**

La plupart des auteurs estiment que les étapes de préparation et d'application sont les plus critiques en termes d'exposition des travailleurs aux pesticides et que 90% de l'exposition a lieu durant l'opération de dosage, car le produit manipulé est à l'état concentré (Burns *et al.* 2007; Lebailly *et al.* 2009 ; Flores *et al.* 2011). Pour Baldi *et al.* (2006), les pulvérisations représentent 50 % de l'exposition journalière. Ainsi dans cette étude, l'enquête a révélé un taux de 47,8% d'exploitants agricoles qui préparent leur produit à pulvériser sans aucune mesure de protection (figure 36). Cette exposition serait due, certes à l'absence d'Équipement de Protection Individuelle (EPI), mais aussi à l'ignorance, le manque de formation des agriculteurs et aux débordements de la cuve. De plus, l'étape de nettoyage représente 20 % de l'exposition totale aux pesticides et ne peut être ignorée (Baldi *et al.* 2012). Zabeirou *et al.* 2018 relatent que la préparation de la bouillie est faite par la majorité des producteurs sans EPI, et les risques de contamination peuvent être dus par éclaboussures, inhalation et contact cutané.

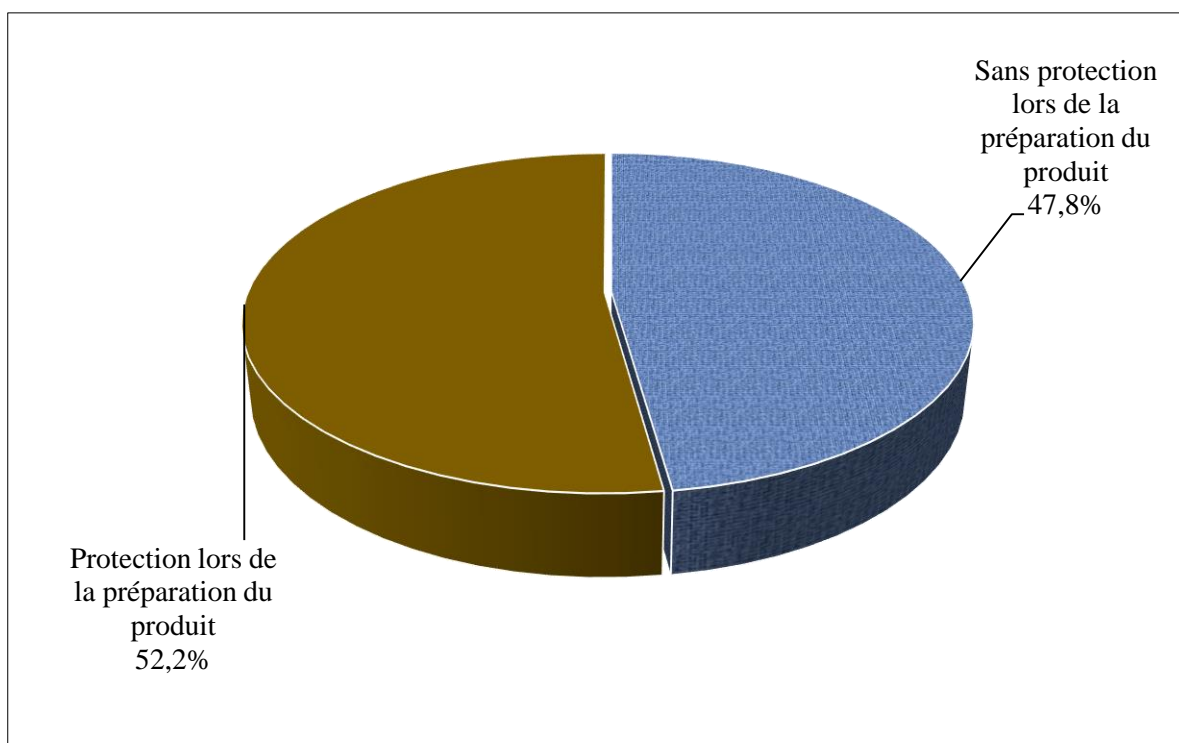


Figure 36: Fréquences de la protection des exploitants au moment de la préparation des pesticides dans la zone d'étude en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.6.3. Expositions liées aux matériels de pulvérisation

Le type de matériel d'application affecte également l'exposition des agriculteurs aux pesticides. Dans cette étude, nous avons noté un taux de 26,4% des agriculteurs qui utilisent des pulvérisateurs manuels à dos et 1,1% employant une pompe *baygon* pour traiter leurs cultures. Ainsi, un fort taux de 72,5% des usagers de pesticides ne détiennent aucun matériel de pulvérisation. Pour effectuer le traitement de leurs cultures, ils empruntent du matériel auprès des autres exploitants ou font recours à un autre moyen qui consiste à percer le bouchon d'un bidon, ou d'une bouteille qui sert de pompe. Certains agriculteurs font usage à des seaux avec comme aspersoirs, les branches de végétaux. Ces deux derniers modes de pulvérisation sont généralement observés chez les femmes maraîchères qui n'ont pas les moyens pour acheter un pulvérisateur ou payer les ouvriers agricoles. Les pulvérisateurs manuels entraînent une exposition de l'opérateur plus forte que les pulvérisateurs motorisés en raison de la proximité des buses sur les systèmes portés (Nuyttens *et al.* 2009). Le traitement par aspersion à l'aide d'une pompe manuelle est pratiqué par 93,6% des maraîchers de la zone des Niayes, et ceux qui ne disposent de ce matériel utilisent à la place des arrosoirs (Ngom *et al.* 2012).

De plus, les buses qui produisent des gouttelettes plus fines exposent généralement les opérateurs aux pesticides plus que celles qui produisent des gouttelettes plus grosses (El-Aissaoui, 2015). Par ailleurs, les pressions de pulvérisation plus élevées entraînent une exposition plus élevée des exploitants agricoles, tandis que des cuves plus grandes causent moins d'expositions (Machado-Neto, 2001, Lebailly *et al.* 2009). Cela est probablement dû au fait que les grandes cuves réduisent le besoin de préparations supplémentaires pour traiter toute la parcelle en limitant le temps de contact avec les produits chimiques.

Au Bénin, Ahouangninou *et al.*, 2011 rapportent que 30% des producteurs maraîchers utilisent des branchages ou feuilles d'arbres pour asperger la bouillie insecticide préparée dans les périmètres. Ce même mode d'application a été mentionné dans la zone des Niayes (Gueye 2009 ; Cissé *et al.* 2003). Ces pratiques peuvent favoriser une contamination de la nappe phréatique par les résidus de pesticides.

#### **4.6.4. Expositions liées aux Equipements de Protection Individuelle (EPI)**

Pour limiter l'exposition des agriculteurs aux pesticides, l'utilisation d'EPI est recommandée, selon le type de produit utilisé et les différentes étapes de traitement (préparation, application, rinçage du matériel, etc.).

L'EPI complet est composé d'une combinaison de type 5/6, de bottes, d'un masque intégral ou demi-masque de type A2P3 et d'une paire de gants en nitrile (Boissonnot, 2014). Les mains sont les plus exposées à la contamination par les pesticides d'où l'importance de porter les gants (Baldi *et al.* 2006). Les résultats de notre investigation montrent que 82% des exploitants agricoles utilisant les pesticides et appliquent eux-mêmes les traitements dont 46,07% sans aucune protection (figure 37).

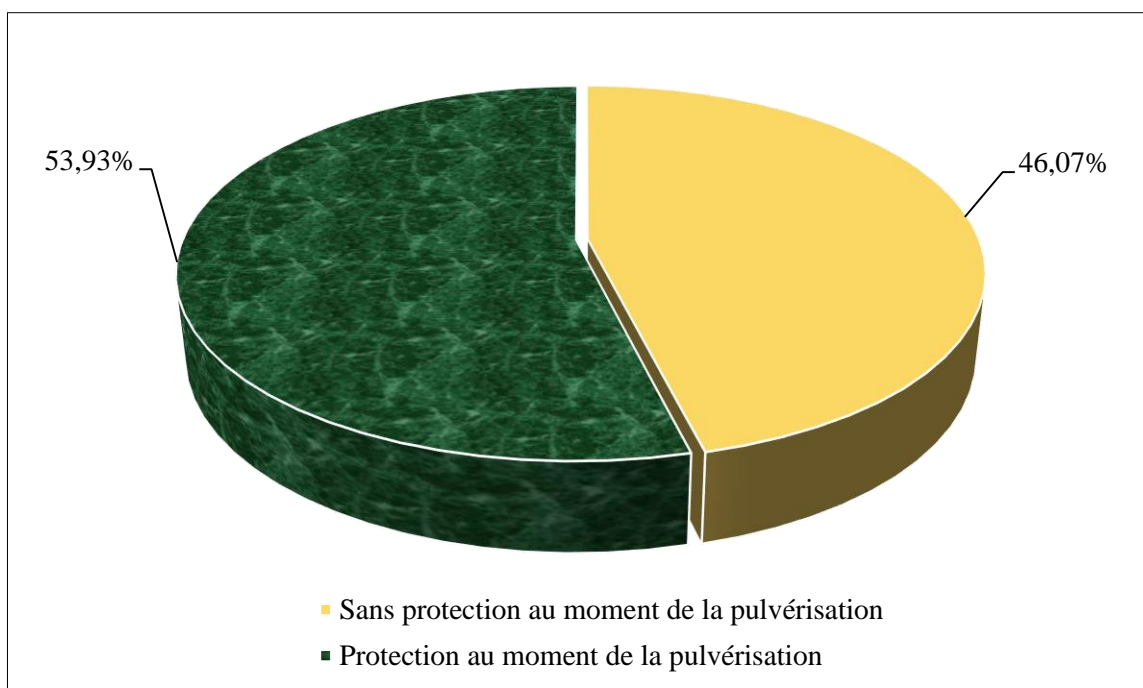


Figure 37: Proportions des exploitants agricoles avec et sans protection au moment de la pulvérisation dans la zone d'étude en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Les principaux arguments avancés pour justifier la non protection lors de la pulvérisation des produits sont entre autres, le coût élevé des EPI sur le marché, la non nécessité d'en porter parce qu'ayant habitué sans aucun problème pour leur santé (l'ignorance) et l'étouffement provoqué par les EPI. Dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, la majorité des traitements se font avec des équipements de protection inappropriés. Parmi tous les exploitants agricoles enquêtés et qui utilisent les pesticides, seulement 6,3% ont des EPI complets comparés à ceux qui utilisent uniquement un masque (43,8%) ou un chiffon (13,5%) pour se protéger des inhalations par les narines. Après contact avec les produits phytosanitaires, il est toujours conseillé de prendre une douche complète avec du savon.

Ce conseil est respecté chez les producteurs par 37% des usagers des pesticides. En revanche, certains se lavent tout simplement les mains (33,3%) et d'autres dans leurs habitudes, avouent qu'ils ne se lavent jamais (29,7%). Snelder *et al.* (2008) ont trouvé les mêmes comportements parmi les agriculteurs philippins. La figure 38 montre les différents moyens de protection chez les agriculteurs interrogés.

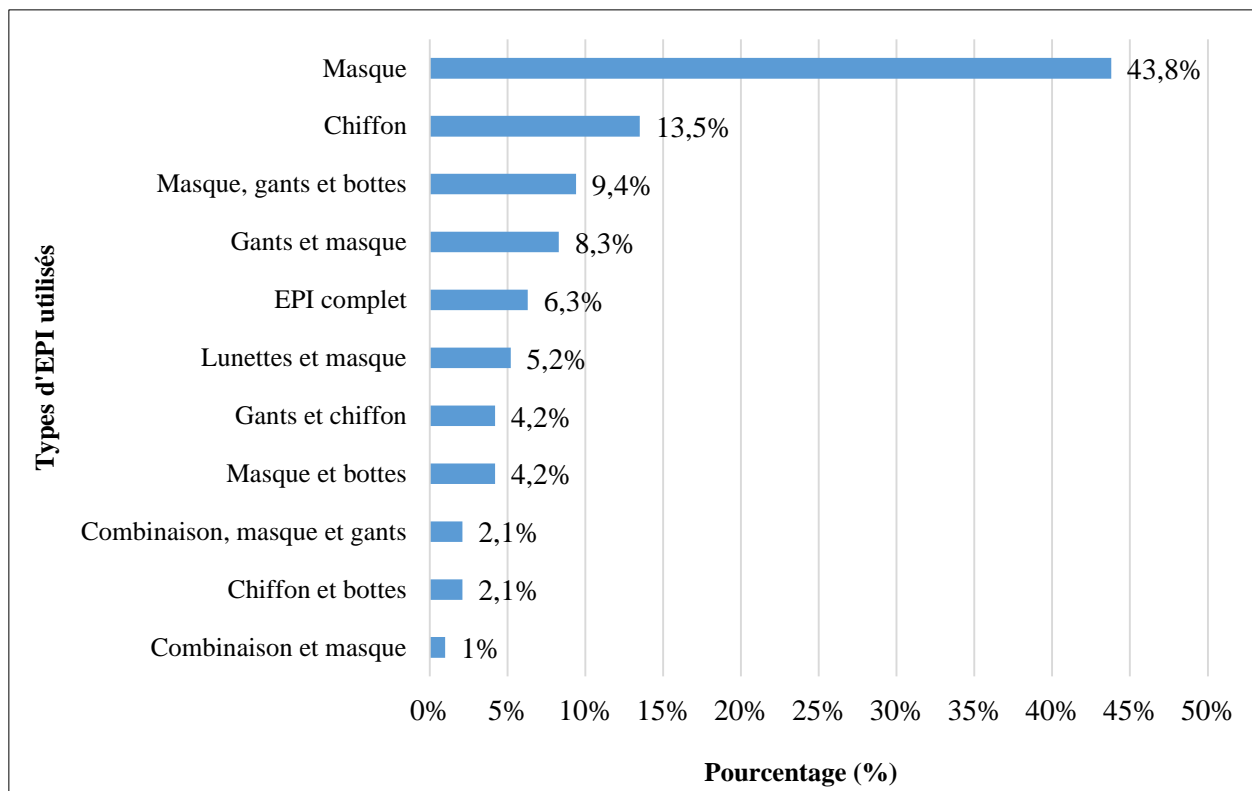


Figure 38: Équipements de Protection Individuelle (EPI) utilisés par les exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo lors du traitement des cultures, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Les traitements se font avec des uniformes qui varient d'un agriculteur à un autre (planche de photos 9). Si certains sont conscients des risques sanitaires associés aux pesticides, d'autres en ignorent ou les minimisent. Les uniformes ou le plus souvent des habits ordinaires peuvent être portés toute la journée sans être changés, ni lavés.





Planche de photos 9: Traitement avec le port d'EPI à Diannah (A) et tenue ordinaire à Macouda (B) en 2021 (*Cliché AKS, octobre 2021*)

#### 4.6.5. Expositions à l'environnement

L'exposition aux organismes du sol relève des produits appliqués en traitement du sol (c'est-à-dire incorporés), en affleurement (pulvérisés sur le sol nu) et en post-levée ou traitement foliaire (pulvérisation directe sur la végétation). Les granulés et les produits utilisés dans le traitement des semences peuvent également provoquer des effets non-intentionnels. Par exemple, des effets sur les invertébrés du sol ont été démontrés dans les semences traitées (Larink et Sommer, 2002). Le traitement sur le sol nu, à différents stades de développement des cultures, conduit inévitablement à l'exposition des organismes du sol. Ces derniers reçoivent la dose totale ou une partie de la dose non interceptée par les plantes ou les cultures. Le transfert des produits hors des parcelles traitées peut se faire par le sol (drainage, ruissellement) ainsi que par l'air (vapeurs de pulvérisation, poussières de traitement des semences ou des granulés, volatilisation). Il contribue à l'exposition des organismes du sol en dehors du champ. Selon Beulke et Malkomes (2001), l'impact potentiel des pesticides sur les organismes du sol dépend du type de sol et de la température, qui influent sur la persistance, la disponibilité, la toxicité et le métabolisme microbien des pesticides.

L'exposition des vertébrés quant à elle comprend le contact direct, l'inhalation et l'ingestion d'aliments solides ou liquides contaminés. L'ingestion est considérée comme la principale voie d'exposition, car les animaux ont tendance à quitter les parcelles lors du traitement. L'absorption des nutriments affecte les ressources alimentaires ingérées non seulement dans les parcelles traitées et en bordure, mais également lors de la divagation des animaux dans la parcelle traitée.

Du point de vue réglementaire, la protection de la flore contre les impacts éventuels des pesticides concerne tous les types de végétation, à l'exception des espèces-cibles sur les parcelles soumises au traitement des produits herbicides. Ainsi, les modalités d'exposition des espèces végétales sont les mêmes que celles des invertébrés, avec contact direct lors de l'application, doses ou quantités totales flottant hors de la parcelle, et contact direct dans des proportions éventuellement dissipées incluses (Aubertot *et al.* 2005). Selon la même source, le transfert de produit via le sol, par drainage ou ruissellement, peut générer des concentrations significatives de produits dans le sol et en bordure du champ. Cela peut entraîner une exposition à partir des racines. De surcroît, il semble que les forêts agissent comme un « puits » pour les pesticides en suspension dans l'air, comme l'indiquent les analyses dans lesquelles des résidus significativement (50 à 70 fois) plus élevés ont été trouvés dans les sols forestiers, comparés à ceux détectés dans les sols de prairies (Bernhardt et Ruck, 2004).

#### **4.7. Evaluation des risques environnementaux des pesticides et fréquence de traitement des cultures**

Les politiques de réduction des produits phytosanitaires en France, telles que le Plan Ecophyto 2018, utilisent essentiellement des indicateurs « de pression » (Pignault *et al.* 2009), dont l'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) qui ne reflète pas les risques liés à la toxicité des produits sur la santé humaine et l'environnement.

De façon concrète, cet indicateur permet de mesurer la dépendance des agriculteurs aux pesticides. Suivant cette démarche, différentes fréquences de traitement des cultures ont été notées lors de notre enquête. Ces fréquences de traitement des cultures varient d'un exploitant agricole à un autre, et pour une campagne donnée. Des fréquences de traitement élevées allant de 3 fois (30,3%) à plus de 3 fois (36,6%) dans un cycle, sont notées chez les producteurs. Une faible proportion d'agriculteurs (3,9%) ne font qu'une application lors d'une campagne et d'autres, 2 fois (12,9%) dans un cycle culturale. Cependant, il y'a des producteurs qui font un traitement que lorsqu'ils constatent la présence de bioagresseurs dans les champs (16,3%) (figure 39). Dans certaines zones aux alentours de Dakar (la grande Niaye de Pikine, Mbao, Malika, Niaga), la fréquence des traitements varie entre 2 et 3 traitements par campagne, selon le type de spéculation (Cissé *et al.* 2003).

En complément aux indicateurs de pression IFT, Nombre de Doses Utilisées : NODU, Quantité de Substances Actives : QSA), il existe des indicateurs dits d'impacts (Devillers *et al.* 2005) qui ont été développés pour permettre d'évaluer les risques des pesticides sur l'environnement et qui sont calculés à partir d'une charge phytosanitaire.

Ces indicateurs ne tiennent pas compte de la spécificité des matières actives et de leur toxicité. D'autres travaux sont orientés vers des indicateurs spécifiques à un seul organisme non-cible ou à un seul compartiment naturel. La littérature montre ainsi le manque d'indicateurs globaux (Zahm, 2003) génériques, simples et modulables. Ainsi, évaluer les QSA vendues sur le marché constitue un exercice fastidieux. C'est un indicateur qui peut être retenu à côté du NODU, qui est également proche de l'IFT. En outre, les deux indicateurs de pression fondés sur les pratiques agricoles à savoir la « quantité totale de substances actives » utilisée et le nombre de traitements ou doses utilisées ou appliquées sur une parcelle ou un ensemble de parcelles au cours d'une campagne agricole, ne permettent pas d'effectuer une évaluation fiable de la pression phytosanitaire, parce qu'ils ne tiennent pas compte des caractéristiques physiques et chimiques de chaque matière active (Pignault *et al.* 2009).

L'IFT, fondé sur l'expérience danoise, reflète l'intensité du traitement et celle d'usage des produits phytosanitaires au niveau de la parcelle et traduit ainsi la pression phytosanitaire exercée sur l'environnement. Il met en considération les pratiques agricoles, l'utilisation réelle des pesticides et leur évolution sur différentes échelles allant de l'échelle individuelle sur la parcelle et l'exploitation à celle du terroir.

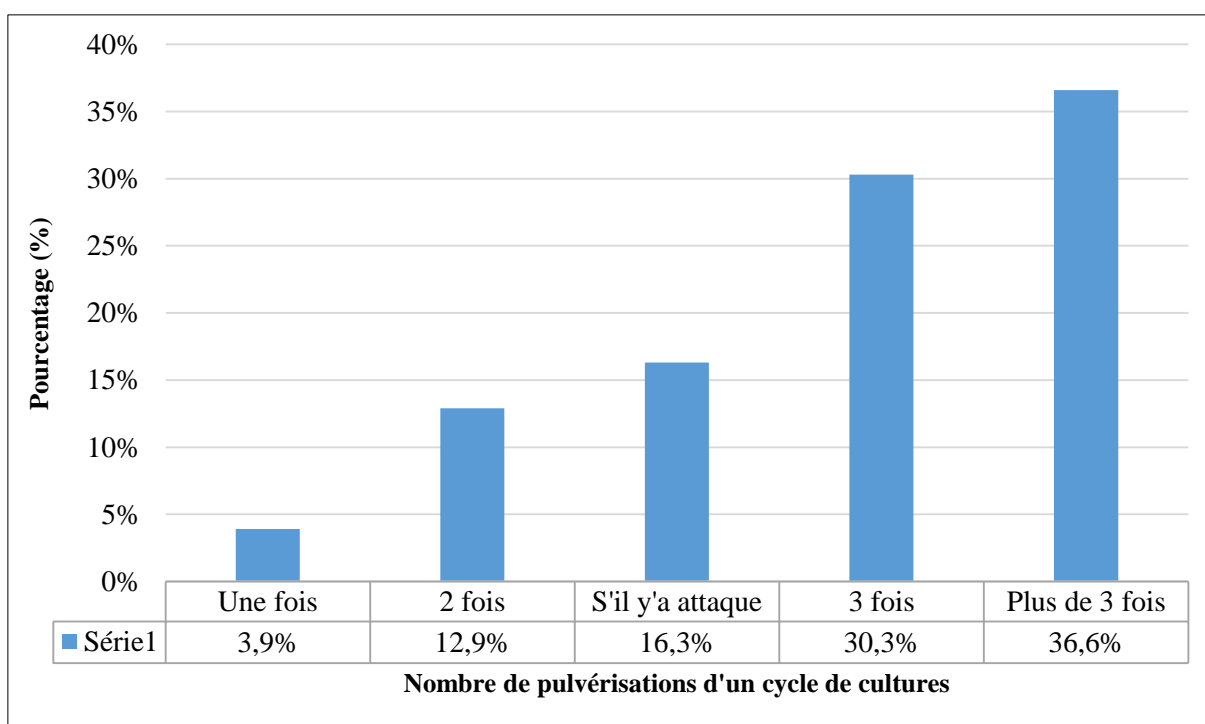


Figure 39: Fréquences de traitement des cultures dans le Bliss et le Fogy Kombo, en 2020  
(Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.7.1. Période d'application ou de pulvérisation

Lors du traitement des cultures avec les pesticides, une forte température et une humidité élevée ont tendance à augmenter la pénétration cutanée des produits (Aubertot *et al.* 2005 ; Fenske et Day, 2005 ; Gil *et al.* 2008 ; Vital *et al.* 2009). Dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, les exploitants agricoles interrogés font des traitements à des moments divers au cours de la journée. La majorité d'entre eux font une application le soir (43,2%). Certains le font le matin ou au crépuscule avec respectivement 7,8% et 19,1% des personnes interrogées. Des traitements non conseillés à des heures chaudes sont notés chez les agriculteurs (figure 40).

Quant au vent, il a des contrecoups sur la ventilation du produit et la contamination de l'opérateur et des écosystèmes, car au moment de la pulvérisation et en fonction de la vitesse et de la direction du vent, 30 à 50% de la quantité appliquée est souvent perdue dans l'atmosphère sans atteindre la cible (Aubertot *et al.* 2005 ; Gil *et al.* 2008). Les vitesses de vent admises varient de 1 à 2 m/s (FAO, 2001 ; Schiffers et Moreira, 2011 ; El-Aissaoui, 2015). Il est à noter que le traitement aux heures chaudes de la journée (entre 10h et 16h) augmente la nébulisation des produits et les risques d'intoxication (Zabeirou *et al.* 2018).

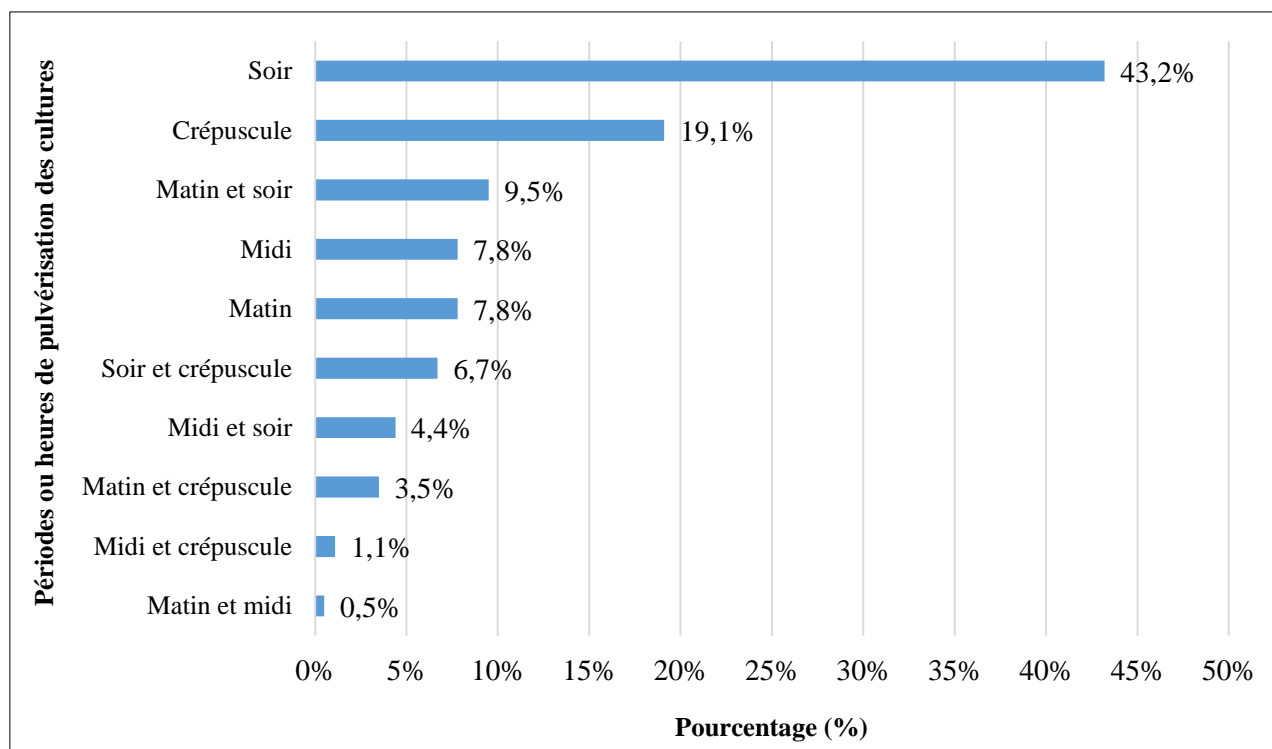


Figure 40: Périodes de traitement des cultures avec les pesticides dans le Bliss et le Fogy Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Bien que certains agriculteurs aient connaissance de l'effet de la chaleur sur les pesticides, d'autres en ignorent.

Les arguments avancés par ces derniers sur le choix des heures de traitement sont entre autres, la présence des insectes sur les cultures en ce moment, leur indisponibilité à des heures conseillées, le mimétisme à l'endroit des autres producteurs, l'indisponibilité de pulvérisateur, pour ne citer que ceux-là. Certains pensent que pour une bonne efficacité du produit, il faut attendre les heures caniculaires pour pulvériser.

En revanche, d'autres pensent que s'il fait froid (tôt le matin), les insectes ont du mal à se déplacer, d'où l'intérêt de les attaquer en ce moment. Beaucoup de ces comportements témoignent encore une fois l'absence de professionnalisme, l'analphabétisme, l'ignorance et le manque de formation qui exposent davantage les exploitants agricoles, les consommateurs et l'environnement, à des risques face à l'usage incontrôlé des pesticides.

#### **4.8. Stockage des pesticides**

En raison de leur toxicité, les produits phytosanitaires doivent être stockés avec soin dans des conditions normées. Dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo, les modes de conservation des produits phytosanitaires par les exploitants, sont pétris de risques. Le stockage des pesticides dans un magasin spécial fermé à clé est très peu pratiqué par les agriculteurs (11,1%). Hors mis ce système de stockage des produits chimiques considéré comme sécurisé, d'autres modes de conservation à risque sont notés et observés au cours de nos enquêtes sur le terrain. Certains modes de stockage comme le fait de garder les produits chimiques dans les chambres à coucher (11,1%), les plafonds des habitations (3,2%), derrière la maison ou la cuisine (6,3%), dans les toilettes (1,6%), peuvent présenter des risques considérables d'intoxication surtout pour les personnes les plus vulnérables (enfants, femmes enceintes). Cependant, plus de la moitié (60,3%) des exploitants agricoles usagers des pesticides et qui en font un stockage les conservent dans le lieu d'exploitation (champ, jardin, verger). Diop (2013) a relevé ces mêmes pratiques dans la zone des Niayes avec 83,7% des maraîchers qui stockaient les pesticides quelque part dans le site d'exploitation.

Ce mode de stockage serait peut-être moins dangereux si les lieux d'exploitation sont moins fréquentés par les populations, mais constitue un risque réel pour les écosystèmes. Il existe également des agriculteurs qui conservent leurs produits en attachant le contenant du produit dans un arbre éloigné des habitations (6,4%) (figure 41). Zabeirou *et al.* (2018), nous parlent de trois pratiques de stockage à haut risque au Niger : stockage dans la cuisine, dans les toilettes et sous hangar.

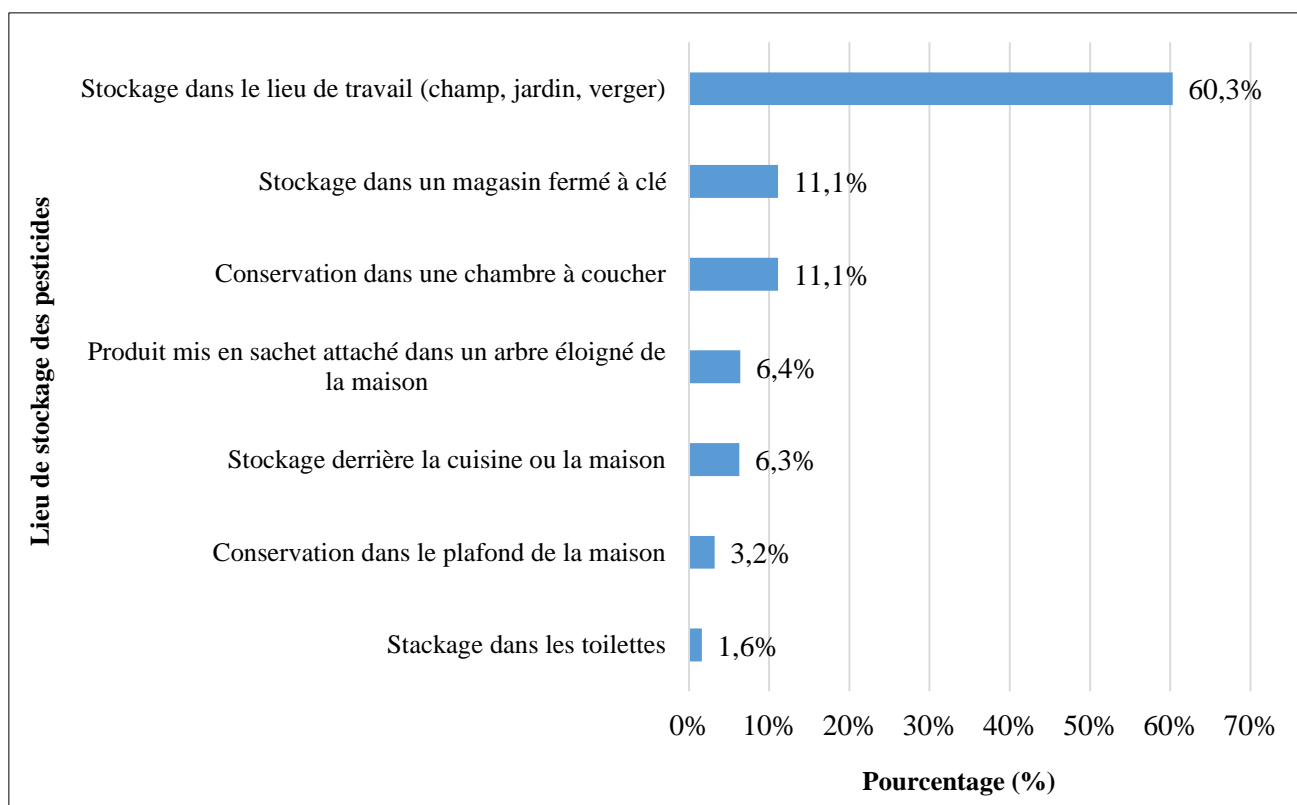


Figure 41: Modes de stockage des produits phytosanitaires dans le Bliss et le Fogy Kombou, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.9. Gestion des produits phytosanitaires

Au Sénégal, il n'existe pas d'unités industrielles engagées dans la synthèse des matières actives par le biais de laboratoires d'analyses chimiques fines. Ainsi, la production au sens propre de pesticides n'est pas effective dans le pays. Ce sont plutôt des produits finis qui sont importés notamment à partir des sociétés mères, représentées au niveau national. Les circuits de distribution sont nombreux et variés. Ils sont déterminés par le type de partenariat, la taille de l'exploitation et ses moyens financiers.

##### 4.9.1. Circuit d'approvisionnement et politiques de distribution des produits phytosanitaires

L'importation des matières actives et des produits prêts à l'emploi est réalisée par la DPV, le secteur privé et les ONG.

Les pesticides importés proviennent de diverses sources, mais on peut noter que la plupart d'entre eux nous viennent des pays de l'Union européenne (Allemagne, France, Royaume-Uni, Pays-Bas), pays asiatiques (Chine, Inde, Japon), Israël, États-Unis d'Amérique (Ndao, 2008), à travers le partenariat bilatéral, de la FAO et du PNUD par le biais de l'aide multilatérale.

Ce canal étatique tient compte des besoins en pesticides des établissements publics de développement agricole (SODEFITEX, SAED, SODAGRI, etc.), des producteurs de tomate industrielle et des projets de développement agricole, grands importateurs/consommateurs de pesticides (Sow *et al.* 2008). Le canal non étatique des importations est celui des sociétés représentant les firmes agropharmaceutiques au Sénégal, qui importent les produits formulés (spécialités commerciales) ou les matières actives pouvant servir à la formulation sur place des pesticides dont l'utilisation est autorisée à l'intérieur du pays.

Les industries locales réalisent la formulation de matières actives importées et le conditionnement des produits déjà concoctés. On en dénombre quatre au total, à savoir la SENCHIM et la SPIA qui formulent et conditionnent des produits à usage agricole tandis que les deux autres, SOCHIM et VALDAFRIQUE sont spécialisées dans les produits à usage d'hygiène publique et domestique (aérosols, liquides de pulvérisation, plaquettes et serpentins).

La libéralisation et les vides juridiques existants dans la production et la commercialisation des produits phytosanitaires ont entraîné une forte augmentation d'établissements commerciaux des produits agropharmaceutiques.

Il s'agit essentiellement de grossistes et demi-grossistes qui importent dans le but de reconditionner le produit avant de le mettre sur le marché par l'intermédiaire d'un revendeur, qui procède à la redistribution. Ce reconditionnement est financièrement plus accessible pour les petits producteurs mais extrêmement dangereux pour leur santé. Il existe quatre principaux circuits de distribution :

- le circuit non commercial, suite au désengagement des structures d'encadrement de la fourniture directe d'intrants aux producteurs ; ce circuit est réduit à la DPV qui importe des produits finis prêts à l'emploi, au Service National d'Hygiène et aux ONG ;
- le circuit des sociétés d'encadrement : celles-ci assistent les producteurs organisés pour la formulation d'appel d'offres, la passation de marchés et pour la livraison/réception des commandes. Certaines sociétés, comme la SODEFITEX en zone cotonnière, offrent un système d'encadrement rapproché au sein duquel le produit est livré jusqu'au magasin de stockage puis au producteur ;
- le circuit commercial formalisé : il s'agit des industriels, des grossistes et des détaillants ou revendeurs qui fournissent les produits sur la base d'appels d'offres des sociétés d'encadrement et des groupements de producteurs. Cela ne les empêche pas de développer leurs propres réseaux de distribution à l'intérieur du pays.

Les grands utilisateurs de pesticides et les sociétés agro-industrielles importent directement pour leurs propres besoins mais s'approvisionnent parfois sur le marché local ;

- le circuit informel : c'est un réseau dense et diffus de distributeurs individuels qui s'installent volontiers dans les zones d'intensification agricole, telles les Niayes et dans les grandes agglomérations (Dakar, Touba, etc.). Les risques liés à ce circuit de distribution sont importants du fait de la maîtrise aléatoire ou quasi inexistante des normes appropriées, d'utilisation, de stockage, de conseils et contrôles adéquats. Cette situation est en partie due à la faible capacité financière des paysans et autres utilisateurs, mais aussi au manque d'encadrement de ces acteurs. Dans les localités enclavées, l'approvisionnement des petits producteurs se fait dans les « loumas », c'est-à-dire les marchés forains hebdomadaires où foisonnent des produits provenant des pays limitrophes (Guinée Bissau, Gambie, Mauritanie,...).

Dans le cadre de cette étude, les pesticides utilisés par les exploitants agricoles sont issus d'horizons divers, à l'intérieur du pays comme à l'extérieur à l'image de la Gambie (15%) qui est plus proche des localités étudiées.

En effet, 23,7% des exploitants agricoles s'approvisionnent en pesticides au niveau du marché de Kafountine, tandis que 20% trouvent leurs produits à Diouloulou. En réalité, ce sont ces deux localités (rurbaines) les plus attractives de la zone où les populations vendent et achètent leurs produits de première nécessité. Il arrive aussi que l'exploitant agricole s'approvisionne en pesticides vers d'autres villes comme Bignona, Dakar, Touba et Ziguinchor (figure 42).



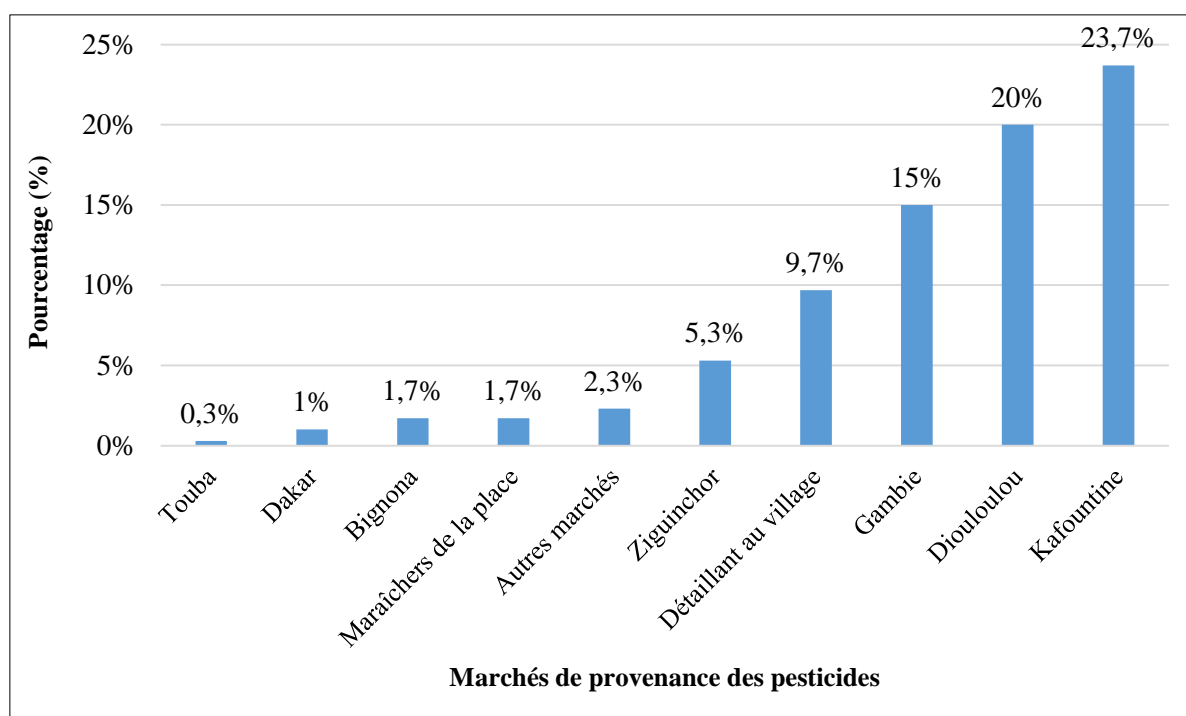


Figure 42: Marchés d’approvisionnement en pesticides des exploitants agricoles des terroirs de Bliss et Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.10. Gestion des emballages

Dans l’utilisation des pesticides, plusieurs études et travaux ont mis en exergue le non-respect des Bonnes Pratiques Phytosanitaires (BPP). Hormis certaines pratiques dont le non-respect des doses prescrites, du calendrier de traitement et des règles d’hygiène recommandées lors de la préparation et du traitement des produits, une élimination répréhensible des restes de produits et des emballages vides est observée chez les agriculteurs.

En effet, dans notre étude, l’enquête a révélé un taux de 38,2% des producteurs qui jettent leurs emballages vides à l’air libre après utilisation, ce qui constitue un risque d’exposition pour les enfants qui peuvent jouer avec ou en les utilisant pour y mettre des aliments. Une destruction des emballages vides par bazarage dans les latrines est observée chez 29,8% des exploitants agricoles. D’autres agriculteurs se débarrassent de leurs emballages vides des produits phytosanitaires, soit par un enfouissement dans le sol (19,7%), soit par une incinération (13,5%). L’enfouissement des emballages vides peut également causer des risques de contamination des sols, car bon nombre d’usagers des pesticides ne rincent pas ces emballages avant de s’en débarrasser. Dans certains cas, les emballages sont réutilisés par les exploitants agricoles pour la conservation de l’eau (3,9%) (figure 43).

Dans la zone des Niayes, à Dakar, le traitement réservé aux emballages vides n'est pas adéquat. En effet, certains producteurs peuvent réutiliser ces emballages après lavage (36,7%), d'autres les enterrent (26,6%), les brûlent (0,6%) ou encore les jettent à l'air libre (36,1%) (Diop, 2013).

Au Burkina Faso, Gouda (2018), montre que 73% des producteurs de coton abandonnent souvent les emballages vides dans la nature, alors que 25% des cas les réutilisent à des fins domestiques (stockage de l'huile pour la cuisine, conservation de la bouillie ou de l'eau de boisson des enfants qui vont au champ ou à l'école).

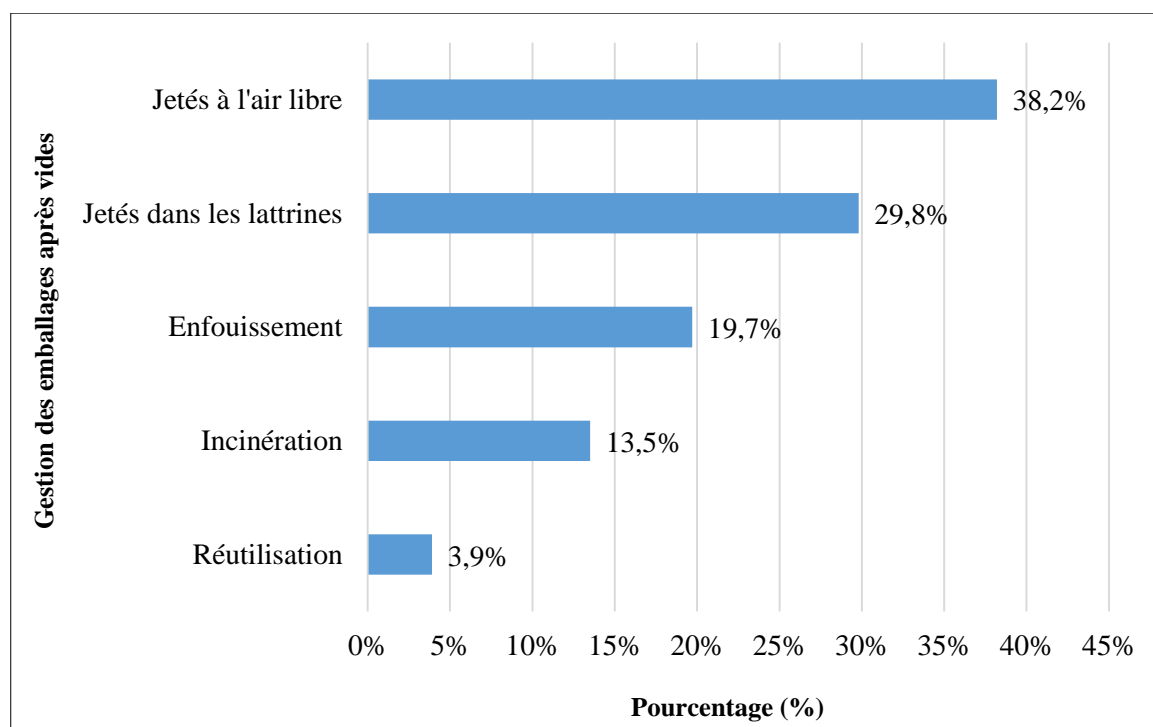


Figure 43: Gestion des emballages vides des produits phytosanitaires dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020).

#### **4.11. Analyse des teneurs résiduelles en pesticides dans les échantillons de légumes et de sols**

##### **4.11.1. Analyse des teneurs résiduelles en pesticides dans les produits maraîchers collectés sur les marchés de Diouloulou et Kafountine**

Quatre échantillons de légumes ont été collectés dans les marchés locaux de notre zone d'étude. Il s'agit du gombo et du piment pour le marché de Diouloulou, de la tomate et du poivron vert pour le marché de Kafountine.

En effet, après des analyses effectuées au laboratoire et en fonction de la valeur de la limite de quantification (LOQ) qui est de 0,01 mg/kg, de faibles traces de résidu des pesticides (<0,01mg/kg) ont été détecté dans tous les échantillons prélevés dans ces marchés locaux et pour toutes les molécules (tableau 20).

Tableau 20: Teneurs résiduelles en pesticides dans les légumes collectés sur les marchés de Diouloulou et Kafountine, en 2023

| Molécules             | Résultats Gombo (mg/Kg) | Résultats Piment (mg/Kg) | Résultats Poivron (mg/Kg) | Résultats Tomate (mg/Kg) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| A-HCH                 | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Aldrine               | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Allethrine            | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Benfluraline          | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| B-HCH                 | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Bifenthrine           | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Chlorlpyriphos-Methyl | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Chlorpyriphos         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Cyhalodiamide         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Cypermethrine         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Deltamethrine         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Diazinon              | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Dieldrine             | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Dimethoate            | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Endrin                | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Esfenvalerate         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Fenithrothion         | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Fenvalerate           | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Heptachlore           | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| HexachloroBenzene     | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Iodophenfos           | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Lambda Cyhalothrine   | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |
| Lindane               | <0,01                   | <0,01                    | <0,01                     | <0,01                    |

|                   |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Parathion-Methyle | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Pendimethalin     | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Permethrine       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Pirimiphos-Methyl | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Tetramethrine     | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Trifluraline      | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |

(Source : Résultats d'analyse du laboratoire CERES/Locustox, février 2023)

#### 4.11.2. Analyse des résidus de pesticides dans les sols provenant des sites d'exploitations maraîchers

Les échantillons de sols ont été recueillis dans six (6) sites d'exploitation maraîchère situés dans les terroirs de Colomba, Coubanack, Diannah, Katak, Macouda et Madina Birassou.

Ce sont des sites dont l'exploitation est permanente et la distance entre les habitations, comprise entre 100 et 500 m. Une tarière a été utilisée pour extraire le sol avec une profondeur comprise entre 0 et 25 cm (profondeur que le système racinaire des plantes pourrait atteindre).

Les résultats obtenus après analyse au laboratoire ont montré de faibles traces de résidu de pesticides, compte tenu de la valeur de la limite de quantification (<0,01 mg/kg) (tableau 21).

Tableau 21: Teneurs résiduelles en pesticides dans les échantillons de sols des sites maraichers des villages cités dans le tableau, en 2023

| Molécules           | Résultats (mg/Kg)/Diannah | Résultats (mg/Kg)/Colomba | Résultats (mg/Kg)/Coubanack | Résultats (mg/Kg)/Madina Birassou | Résultats (mg/Kg)/Katak | Résultats (mg/Kg)/Macouda |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| A-HCH               | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Aldrine             | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Allethrine          | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Benfluraline        | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| B-HCH               | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Bifenthrine         | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Chlorpyrifos-Methyl | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Chlorpyrifos        | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |
| Cyhalodiamide       | <0,01                     | <0,01                     | <0,01                       | <0,01                             | <0,01                   | <0,01                     |

|                        |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cypermethrine          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Deltamethrine          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Diazinon               | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Dieldrine              | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Dimethoate             | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Endrin                 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Esfenvalerate          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Fenithrothion          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Fenvalerate            | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Heptachlore            | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| HexachloroBenzene      | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Iodophenos             | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Lambda<br>Cyhalothrine | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Lindane                | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Parathion-Methyle      | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Pendimethalin          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Permethrine            | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Pirimiphos-Methyl      | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Tetramethrine          | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Trifluraline           | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |

(Source : Résultats d'analyse du laboratoire CERES/Locustox, février 2023)

#### **4.12. Risques sanitaires et environnementaux liés aux mauvaises pratiques d'usage des pesticides**

Le risque est une probabilité de se retrouver dans une situation où des dommages pour la santé humaine ou environnementale peuvent se manifester (Pingault *et al.* 2009 ; Schiffers et Samb, 2011). Dans le cas des pesticides, le risque résulte d'une combinaison d'exposition aux pesticides (contact entre l'organisme et la substance active) et du danger que cette substance active représente pour cet organisme (c'est-à-dire sa capacité à causer des dommages).

Le risque est fonction de l'exposition potentielle, car des produits très dangereux peuvent être utilisés sans risque si l'exposition à ceux-ci est négligeable.

En revanche, lorsque l'exposition est très forte (aiguë ou chronique), les produits à faible risque peuvent devenir très dangereux (Schiffers et Samb, 2011 ; Boissonnot, 2014).

#### **4.12.1. Risques d'intoxications**

La toxicité d'un produit phytosanitaire est sa capacité à provoquer une lésion plus ou moins grave, une maladie ou la mort.

Cette définition prend en compte toutes les formes d'intoxications (suraiguës, aiguës, chroniques, subaiguës, subchroniques, etc.), toutes les voies d'entrée (gastro-intestinale, respiratoire, cutanée, oculaire), toutes les substances, (FAO, 2003 ; Amiard, 2017). Malgré sa faible part dans le commerce mondial des pesticides (4%), l'Afrique reste l'un des continents où les pesticides posent le plus de problèmes, représentant ainsi la moitié des empoisonnements accidentels et plus de 75% des cas de décès (Thiam et Sagna, 2009). Ces mortalités élevées peuvent être dues à une mauvaise prise en charge des intoxications, associée à l'insuffisance des structures spécialisées adéquates voire inexistantes dans beaucoup de zones d'exploitation agricole. Plusieurs facteurs socio-économiques peuvent expliquer cette situation tels que le taux d'analphabétisme élevé des agriculteurs, leur faible niveau de vie, l'absence d'EPI, d'entrepôts adéquats, le non-respect des bonnes pratiques d'usage des pesticides, pour ne citer que ceux-là.

Face à une défaillance de systèmes de surveillance et à un manque de moyens et d'équipements de centres antipoison, il est très difficile d'avoir des chiffres officiels et des statistiques fiables sur les cas d'intoxications (accidents, décès) liés aux pesticides.

Lors de nos enquêtes dans cette étude, les agriculteurs ont cité plusieurs symptômes qui apparaissent après un contact avec les produits phytosanitaires. Les vertiges (21,9%) et les maux de tête (18,5%) sont les signes cliniques qui apparaissent le plus chez les exploitants agricoles après usage des pesticides. Ensuite, viennent les cas de douleurs de la poitrine avec des toux (9,6%), le rhume (7,9%), les irritations des yeux (5,6%) et les difficultés respiratoires (5,1%). D'autres symptômes même s'ils sont faiblement présents, sont aussi notés chez les usagers. Il s'agit entre autres, des cas de fortes transpirations (1,7%), des irritations de la peau (1,7%) et les cas de convulsions (1,3%) (figure 44).

Entre 2002 et 2005, PAN Africa a relevé 258 cas d'intoxications au Sénégal (Thiam et Sagna, 2009). Selon une étude menée par Sène en 2008 dans les Niayes centrales et portant sur 250 maraîchers, 50% d'entre eux présentaient des signes cliniques (vertiges, migraines, douleurs abdominales, irritations de la peau et des yeux) en relation possible avec une intoxication.

Wade, (2003), dans ses travaux de thèse a relevé presque les mêmes signes auprès de 35% des maraîchers interrogés au niveau des sites de Mbao et Thiès. Pour Cissé *et al.* (2003), l'une des intoxications les plus fréquentes dans les Niayes est l'intoxication avec des signes neurologiques dont 52% des cas souffrant souvent de nausées, de vertiges, d'étourdissements.

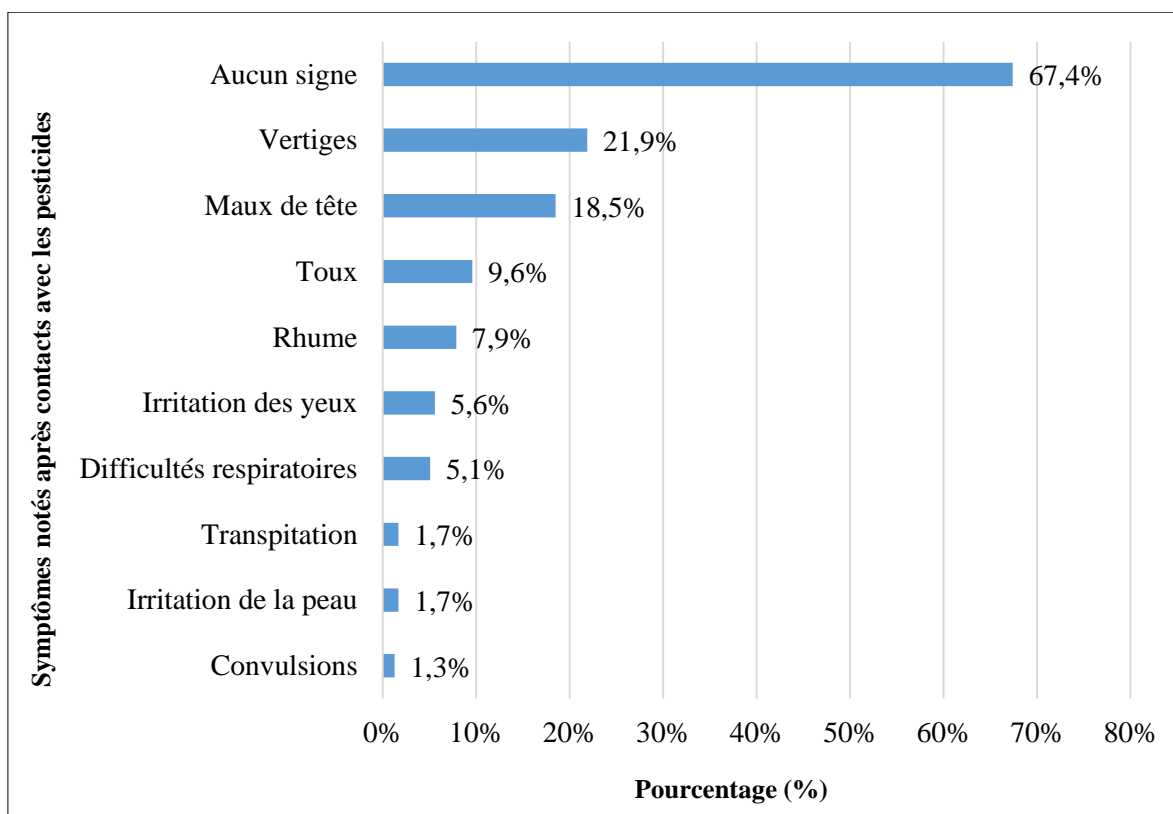


Figure 44: Symptômes apparus chez les exploitants agricoles de Bliss et de Fogy Kombo après contact avec les produits phytosanitaires, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.12.2. Impacts de l'utilisation des phytosanitaires sur l'environnement

En général, le lien santé-environnement associé aux pesticides est dû à leur persistance dans le milieu naturel. La principale cause de ce problème peut être le transport de contaminants de la plante où ils sont appliqués vers l'air, les eaux ou autres composantes de l'environnement. Lors de l'utilisation de produits phytosanitaires, on estime que 30 à 50 % du produit se retrouvent dans l'air (Aubertot *et al.* 2005, Regnault *et al.* 2005, Gil *et al.* 2008). Selon Bidleman (1999), Van Pul *et al.* (1999), les pesticides entrent en contact avec l'atmosphère lors de l'application par des phénomènes de volatilisation (sol et cultures), de photodégradation par l'oxyde d'hydrogène atmosphérique et de l'action du vent.

Leur distribution est influencée non seulement par des propriétés physico-chimiques mais également par des facteurs environnementaux tels que les conditions météorologiques (Hapeman *et al.* 2003). La dispersion de ces produits chimiques dans l'atmosphère pollue les écosystèmes terrestres et aquatiques.

Outre la toxicité cutanée et l'inhalation pour la population, les produits contribuent dans la pollution des cours d'eau (Ndao, 2008). L'usage des pesticides affecte également la biodiversité, notamment les espèces pollinisatrices, les auxiliaires biologiques, la microflore et la microfaune des sols. Lors des traitements ou des transferts ultérieurs, les pesticides pénètrent dans les compartiments de l'environnement entraînant différents types de pollutions pouvant avoir des effets néfastes sur les organismes vivants (Diop, 2013). Selon toujours Diop (2013), seuls les risques écotoxicologiques indirects dus à la présence de substances toxiques dans le milieu naturel, les aliments et l'eau de boisson sont considérés comme risques environnementaux.

#### **4.12.2.1. Risques de pollution de l'air**

La présence de pesticides est observée dans l'atmosphérique avec des concentrations variables dans le temps (selon les saisons et les périodes d'application) et dans l'espace en fonction de la proximité des sources (Dieng, 2012). Plusieurs phénomènes distincts sont à l'origine de la dispersion involontaire des produits phytosanitaires dans l'air. Une bonne partie du produit pulvérisé n'atteint pas la cible et une partie des particules reste en suspension et se disperse dans l'air. À cette contamination directe, il faut ajouter celle due aux molécules libérées par l'évaporation de leur solvant, une fois le pesticide déposé sur la plante, le sol ou dans l'eau. Une partie du produit peut aussi se volatiliser et se retrouver dans l'atmosphère.

Leur présence dans l'air peut être due à l'érosion éolienne des sols traités, c'est-à-dire au transport par le vent de débris pulvérulents de sols antérieurement traités et contenant encore des molécules résiduelles. Toutes ces molécules peuvent se retrouver dans des nuages qui, déplacés par le vent, vont contribuer aux précipitations acides dans d'autres contrées. C'est ce qui explique en grande partie la présence des Polluants Organiques Persistants (POP) dans l'Arctique canadien (Blais *et al.* 1998). Une analyse de l'air a révélé que des concentrations de lindane et de chlordane observées dans l'Arctique sont liées au transport depuis des latitudes plus méridionales en Amérique du Nord, en Europe, et en Asie (Regnault *et al.* 2005).



#### **4.12.2.2. Risques de pollution des sols**

Après leur utilisation, la plupart des pesticides arrivent sur le sol où ils sont soumis à un ensemble de mécanismes conditionnant leur devenir et leur dispersion vers les autres compartiments de l'environnement (Dieng, 2012).

Ces processus peuvent être biologiques ou abiotiques et concernent :

- leur transformation (métabolisme par les microorganismes, photolyse, catalyse...);
- leur rétention (absorption par les végétaux ou la microflore du sol, et d'un certain nombre de processus physico-chimiques conduisant à la création de liaisons, plus ou moins réversibles, entre le pesticide et les éléments constitutifs du sol);
- leur transport par les végétaux ou par la faune, par lixiviation, lessivage/ruissellement, conduit à la contamination des eaux de drainage, de surface ou des nappes phréatiques.

Les scientifiques avertissent que les produits chimiques agricoles et industriels comme les pesticides ne se dégradent pas toujours rapidement dans le sol, ni ne s'évaporent facilement. En plus de leur relative rémanence, la texture et la structure du sol jouent un rôle important dans la détermination de la vitesse de disparition des pesticides du sol.

#### **4.12.2.3. Risques de pollution des eaux**

Une des conséquences environnementales majeures de l'utilisation des pesticides est la dégradation de la qualité des eaux. En effet, la plupart des pesticides arrivent sur le sol plus ou moins dégradés et sont transportés par lixiviation, lessivage ou ruissellement, conduisant à la contamination des eaux de drainage, de surface ou de la nappe phréatique.

Le devenir des pesticides dans l'environnement dépend donc d'une part, des propriétés de ces composantes et d'autre part, des propriétés des compartiments Eau, Air et Sol. Lors de nos enquêtes, nous avons relevé 79,7% de nos interlocuteurs qui ignorent les impacts des pesticides dans l'environnement. Cela montre encore une fois que la majorité des agriculteurs n'ont qu'un seul objectif : protéger leurs cultures et augmenter ou améliorer leurs rendements.

En revanche, quelques exploitants agricoles nous révèlent avoir constaté des morts d'animaux (8,3%), ainsi que la pollution de l'air suite à des pulvérisations des produits phytosanitaires à proximité des habitations (figure 45).

D'après l'Institut Français de l'Environnement (IFEN, 2006), en France, on trouve des résidus de pesticides dans des eaux superficielles (96%) et dans des eaux souterraines analysées (61%). Une étude réalisée à Richard Toll en 2009 a relevé dans l'eau du fleuve Sénégal des teneurs en pesticides 6 à 16 fois supérieures aux normes fixées par l'OMS (Ndiaye, 2009).

Certains de ces produits peuvent, sous l'action de la lumière, se dégrader en résidus plus toxiques et moins biodégradables que la substance mère. Le rejet des emballages dans les eaux de surface et la proximité de l'entreposage des pesticides peuvent aussi constituer une source de pollution (Seck, 2001). Les produits phytosanitaires et leurs résidus peuvent être également retrouvés dans les eaux de pluies. L'étude de l'IFEN (2006) a relevé des échantillons d'eau de pluies contenant des pesticides, soit 70% des échantillons analysés ; et que 60% de celles-ci contenaient des substances actives de pesticides au-delà de la Concentration Maximale Admissible (CMA) pour l'eau de distribution.

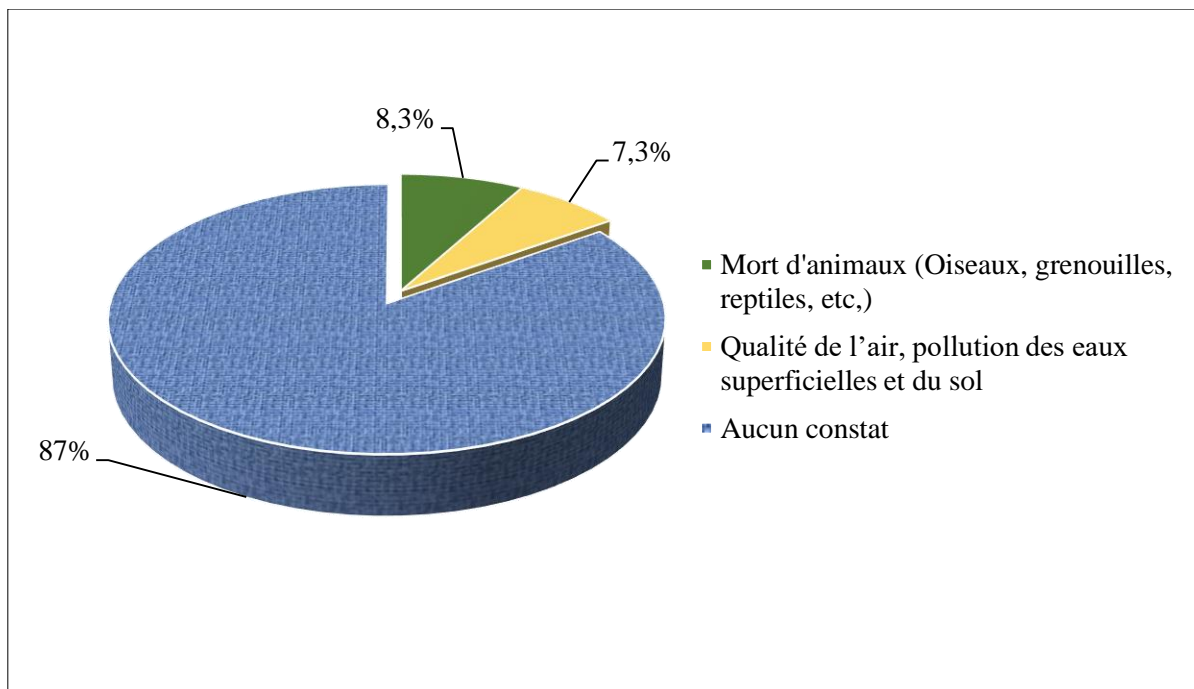


Figure 45: Impacts environnementaux de l'utilisation des produits phytosanitaires par les exploitants agricoles de Bliss et de Fogny Kombo, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

#### 4.13. Exposition de la population riveraine aux risques des sites d'exploitation agricoles

Les populations vivant à proximité des zones agricoles peuvent être affectées par la dérive des produits épanchés sur les cultures. Dans notre zone d'étude, des sites d'exploitation maraîchers ont été géolocalisés à des distances comprises entre 100 et 500 m des habitations. Dans une certaine mesure, les maisons sont implantées dans les sites d'exploitation agricoles comme on peut le constater sur les cartes en annexes (voir annexe 1 à 6).

Cette exposition récurrente des pesticides aux populations riveraines des sites d'exploitation maraichers peut provoquer des pathologies à long terme. En revanche, ces études peuvent présenter des limites importantes liées à des évaluations détaillées de l'exposition ou au manque de données individuelles.

En effet, des études ont été réalisées sur l'influence de la proximité des zones agricoles, contaminées par les pesticides, variable selon les substances, leur mode d'application et la manière d'estimer l'exposition (Inserm, 2021). Les experts réunis dans cet Institut (Inserm) suggèrent un lien de causalité entre l'exposition des riverains des terres agricoles et la maladie de Parkinson, et également entre la proximité résidentielle des zones d'épandages de pesticides (rayon < 1,5 km) et le comportement évocateur des troubles du spectre autistique chez l'enfant. Dans les recherches existantes en lien avec la santé humaine, les études s'appuient sur une approche considérant la proximité des lieux d'habitation aux zones agricoles comme un facteur de l'exposition. Il s'agit principalement d'études « écologiques » visant à corrélérer un effet sanitaire mesuré dans des unités géographiques avec des indicateurs d'activité agricole définis pour ces mêmes unités (densité de fermes, surface en cultures, quantité de pesticides utilisés etc.) et d'études cas-témoins s'appuyant sur la caractérisation de l'activité agricole au voisinage des adresses de résidence géolocalisées (Inserm, 2021).

### **Conclusion**

Au total, dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo en Basse Casamance, au Sénégal, le faible taux d'instruction des exploitants agricoles associé à leur manque de formation, l'accès facile aux pesticides au niveau du marché local, constituent les principaux facteurs liés à l'usage abusif des pesticides pour faire face à la pression des parasites de cultures. L'usage des pesticides nécessite beaucoup de précautions et surtout une maîtrise des bonnes pratiques en la matière. Force est de constater dans cette étude, que beaucoup d'exploitants agricoles sont analphabètes et un faible pourcentage des usagers de ces produits chimiques a eu à bénéficier d'une formation sur leur application. Ils ignorent ou négligent les mesures de protection et d'hygiène, depuis la préparation du produit jusqu'au traitement phytosanitaire.

Ce qui constitue un risque sanitaire réel, aussi bien pour les exploitants agricoles, que pour les consommateurs et l'environnement.

### **Conclusion partielle**

En définitive, cette deuxième partie révèle dans son ensemble que l'activité agricole dans les terroirs de Bliss et de Fogy Kombo est d'une importance capitale du fait de ses nombreuses fonctions : alimentaire, économique, sociale et environnementale.

Si l'agriculture produit des économies d'échelle, elle offre également des opportunités d'emplois et par conséquent des revenus aux ménages agricoles.

Elle contribue également dans la viabilité des territoires ruraux, préserve, consolide le tissu social relativement dense dans les villages et entretient des patrimoines naturels, religieux et culturels. Dans les terroirs étudiés, l'agriculture reste une activité essentielle qui structure l'économie locale.

Elle constitue parfois, pour certains ménages, la seule source de subsistance et le mode de vie dominant de milliers de familles vivant dans ces zones rurales. Cependant, les systèmes, les techniques et les outils déployés pour la mise en valeur des emblavures, restent encore moins performants chez les exploitants agricoles.

À ces problèmes structurels, vient s'ajouter la pression parasitaire exercée sur les cultures, obligeant les agriculteurs malheureusement non ou mal formés, à utiliser les produits phytosanitaires à outrance. Dans ce contexte de mauvais usage des pesticides la santé environnementale, celle des agriculteurs et consommateurs est sérieusement entamée.

## TROISIEME PARTIE :

### STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES

Pour répondre au besoin croissant et urgent de protéger les cultures, divers produits phytosanitaires ont été mis sur le marché au cours des dernières décennies par les industriels de l'agrochimie (Jacquet *et al.* 2022). Si l'objectif de protection efficace des cultures a bien été atteint, le recours massif aux pesticides a entraîné des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaine, malgré les réglementations sur la toxicité et l'écotoxicité qui gouvernent les procédures d'autorisation de mise en marché. Les impacts négatifs sur la biodiversité sont importants, à la fois directement par l'action biocide des substances actives utilisées et indirectement par l'évolution et les mutations spatio-temporelle des systèmes de culture et des paysages agricoles (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019).

Compte tenu de la pression parasitaire et de l'impact négatif des pesticides sur la santé humaine et l'environnement, certaines mesures dissuasives spécifiques ont été apportées pour limiter l'utilisation des pesticides. Ces mesures portent sur la mise en place de méthodes alternatives à l'usage des pesticides, l'élaboration et la mise en œuvre effective d'instruments réglementaires, des mesures de sensibilisation et de formation des producteurs sur les bonnes pratiques phytosanitaires.

---

## CHAPITRE V : STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES A L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS L'AGRICULTURE

---

La transition agricole vers une agriculture durable et rentable pour les producteurs doit impliquer et mobiliser tous les acteurs socio-économiques. Un effort particulier de recherche et d'innovation est également nécessaire, car la transformation des modes de production doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques pour apporter des solutions aux problèmes structurels et conjoncturels vécus par les agriculteurs.

### **5.1. Le changement des pratiques agricoles : une nécessité pour atténuer l'usage des pesticides ?**

Les études scientifiques ont montré les effets des pesticides sur la santé humaine, aussi bien pour les usagers, les consommateurs, les habitants riverains des sites de traitement que pour l'environnement. Ces effets sont parfois qualifiés de « coûts cachés des pesticides » (Bourguet et Guillemaud, 2016), et peuvent être associés à une perte de pollinisateurs (Costanza *et al.* 1997) ou encore à des effets sur la santé, notamment celle des agriculteurs (Goeb *et al.* 2020). Dans ce contexte, la question de l'utilisation des pesticides devient un enjeu sociétal majeur. Éliminer les pesticides des systèmes agricoles conventionnels représenterait un changement fondamental dans les méthodes agricoles. De plus, les caractéristiques des systèmes conçus pour une culture sans pesticides sont encore timides et fortement dépendantes du contexte. Les solutions chimiques de lutte antiparasitaire sont communes et applicables à toutes les situations, alors que les solutions fondées sur la nature doivent être adaptées aux spécificités de la situation agricole (conditions pédoclimatiques, chaîne de valeur, charge de travail, etc.) (Médiène *et al.* 2011 ; Meynard *et al.* 2003 ; Rusch *et al.* 2012). Cependant, l'impact des techniques alternatives dans les compartiments de l'environnement ou des systèmes de cultures a rarement été étudié. Les ajustements nécessaires peuvent être faits sur la base de l'expérience des agriculteurs pionniers dans un processus d'innovation ouverte (Chesbrough et Bogers, 2014). Dans cette dynamique, des améliorations ont été constatées dans les techniques de culture, notamment au niveau de l'efficacité, de l'utilisation des intrants et la réduction de leurs impacts sur l'environnement.

Pour répondre aux nouveaux enjeux d'une agriculture sans pesticides, il ne suffit plus d'améliorer simplement l'efficacité d'utilisation des ressources ou de remplacer un intrant par un autre, mais pose les bases de la justification agronomique du système qui conduit à une refonte complète (Hill et McRae, 1996). Ce nouveau défi va inciter les agronomes à innover dans leurs méthodes de travail et à mobiliser les connaissances scientifiques dans des conceptions innovantes (Hatchuel et Weil, 2009 ; Prost *et al.* 2016). Cela nécessite un processus exploratoire pour réfléchir sur de nouvelles solutions visant à répondre aux attentes de la communauté. La conception innovante nécessite la créativité, mais également la capacité de mobiliser les connaissances scientifiques générées au profit d'une collaboration soutenue et encouragée (Jacquet *et al.* 2022). Ainsi, le travail des agronomes passe d'une attitude de production de connaissances, de réglementations, d'élaboration d'approches et d'outils pour s'adapter à des situations auxquelles les agriculteurs sont soumis (Salembier *et al.* 2018). En effet, la répartition spatiale de certains bioagresseurs (notamment les insectes) et l'impact de la composition paysagère rendent de plus en plus nécessaire la conception d'une mosaïque de systèmes de culture pour réduire l'utilisation des pesticides. Cela nécessite une connaissance approfondie des processus et techniques biologiques, interactifs à l'environnement (Caron *et al.* 2014). Le verrouillage socio-technologique des systèmes agricoles actuellement dominants (Vanloqueren et Baret, 2008 ; Guichard *et al.* 2017) ou le recours aux pesticides, est la base centrale qui implique tous les acteurs de l'agriculture et des filières. Cette adhésion populaire est plus que nécessaire en termes de recherche de solutions alternatives à l'utilisation des pesticides et leur abandon progressif (Meynard *et al.* 2018).

## **5.2. Stratégies et réduction d'utilisation des pesticides**

Pour éviter l'utilisation des produits chimiques au point d'en faire un recours systématique, des mesures préventives et curatives (contrôles génétique et cultural, luttés physique et biologique (Attoumani-Ronceux *et al.* 2011) sont mises en place. C'est en mobilisant des mesures prophylactiques, contre des bioagresseurs en amont des épidémies qu'on peut prétendre réduire l'usage des pesticides (Meynard *et al.* 2003). Pour les cultures pérennes (arboriculture par exemple), ces techniques doivent être appliquées précocement, car leurs marges de manœuvre étant moindres par rapport aux cultures annuelles. Plus précisément, la démarche des pratiques vise à influencer les ravageurs et les différentes étapes du cycle de culture pour limiter l'intrusion, la propagation, l'impact, la contamination des cultures et les pertes et dommages causés par les ravageurs.

Selon Jacquet *et al.* (2022), ces méthodes renvoient à différentes stratégies :

- Réduction du stock initial (*inoculum*) visant à limiter les populations de bioagresseurs ;
- L'évitement de la coïncidence entre la période de contamination par les ravageurs et la période de sensibilité de la culture ;
- L'atténuation des cultures visant à réduire les dégâts lorsque les ravageurs sont présents dans les champs ;
- Action corrective pour permettre de limiter les dégâts si les leviers déployés en amont ne sont pas suffisants pour empêcher une attaque et d'éventuelles pertes considérables.

Ces méthodes sont adaptées à la lutte contre les bioagresseurs (champignons, insectes, mauvaises herbes, etc.). Elles sont consignées dans des guides pratiques pour les grandes cultures (Attoumani-Ronceux *et al.* 2011), la viticulture (Barbier *et al.* 2011), les systèmes maraîchers (Launais *et al.* 2014), la production fruitière (Laget *et al.* 2015) et les productions tropicales (Bruchon *et al.* 2015). Ces procédés techniques constituent des référentiels pour la conception de systèmes agricoles, orientés vers la réduction des pesticides. Chaque méthode ayant un impact partiel, le contrôle des ravageurs sans utilisation de produits phytosanitaires suppose une combinaison de certaines techniques culturales, dans le temps et dans l'espace. Des logiques adaptées aux contextes locaux doivent donc être mobilisées dans le but de développer une combinaison de pratiques permettant une « protection agro écologique des cultures » (Deguine *et al.* 2021). Dans la culture maraîchère par exemple, une combinaison de rotation prolongée des cultures, de pratiques d'associations d'espèces, d'utilisation d'auxiliaires, de processus de solarisation, réduction de *l'inoculum* (Lefèvre *et al.* 2020), de contrôle des maladies et des ravageurs tout en réduisant l'usage des pesticides, sont autant de solutions à utiliser.

Dans le cas des cultures pérennes comme l'arboriculture fruitière, certaines techniques ne peuvent pas être exercées comme la rotation des cultures et la variation cyclique est limitée et incertaine. Mais d'autres méthodes alternatives existent comme l'effeuillage, le désherbage maîtrisé, le recours au greffage, l'épamprage<sup>7</sup> et l'ébourgeonnage<sup>8</sup> pour réduire les pesticides, ou encore la sélection de cépages résistants au mildiou et à l'oïdium lors de la mise en place de nouvelles plantations (Barbier *et al.* 2011).

---

<sup>7</sup> Opération en vert qui consiste à supprimer non pas des bourgeons, mais des pousses à l'état herbacé (les pampres étant des pousses herbacées) qui se trouvent sur le pied de vigne. Cette technique permet de limiter la concurrence avec le pied de vigne, afin de favoriser la maturation des branches fruitières porteuses de raisin.

<sup>8</sup> Opération faite sur la vigne, visant à retirer les bourgeons inutiles ou improductifs. Il s'agit donc de sélectionner les meilleurs rameaux les mieux positionnés sur l'arrière du tronc.



Ce raisonnement suppose la disponibilité de connaissances sur les alternatives d'ingénierie et sur les procédés biologiques à développer, largement ignorés jusque-là (Caron *et al.* 2014). Pour faire prospérer la prophylaxie, les connaissances actuelles restent fragmentaires sur la diversité des espèces, les plantes compagnes, les effets allergènes de certaines espèces végétales, les systèmes de défenses naturels des plantes et comment les activer, l'impact des infrastructures agro écologiques à l'endroit des ravageurs et auxiliaires des cultures, les conditions qui établissent et maintiennent la régulation biologique des ravageurs de cultures dans le temps (Jacquet *et al.* 2022).

### **5.2.1. Stratégies agronomiques de réduction des pesticides**

#### **5.2.1.1. La diversification des rotations, des assolements et des paysages**

L'extension de la rotation des cultures est un levier très efficace pour réduire l'utilisation des pesticides, comme en témoigne leur application fréquente dans les systèmes d'agriculture biologique. Dans les systèmes agricoles conventionnels, des indices de fréquences de traitement (IFT) plus faibles peuvent également être observés sur des cultures de longues successions. Cependant, la succession culturale s'est sensiblement raccourcie depuis les années 1970, et cette tendance se poursuit, même si elle tend à se ralentir (Mignolet *et al.* 2004 ; Schott *et al.* 2010). L'introduction d'une espèce d'une autre famille dans la rotation rompt le cycle des agents pathogènes susceptibles de se développer dans la parcelle.

Par conséquent, une faible rotation avec des céréales réduit le risque de piétin-verse<sup>9</sup>, de fusariose<sup>10</sup>, de mortalité massive (Colbach *et al.* 1997) et certaines adventices, notamment le vulpin et la sétaire (Chauvel *et al.* 2001). L'insertion du pois ou une autre légumineuse dans une courte rotation, basée uniquement sur les céréales et les oléagineux (rotation colza-blé-orge, très appréciée en France), permet de limiter une atteinte de certaines espèces des adventices et certaines maladies dangereuses ainsi que la réduction de pesticides appliqués (Carrouée *et al.* 2012). Dans la partie sud du bassin Parisien, c'est parfois la betterave qui joue le rôle de cette diversification (Jacquet *et al.* 2022). Des effets similaires de cette dernière sont également observés en France (Puech *et al.* 2021), ou dans les systèmes de cultures de pampa en Argentine, où la diversification peut réduire l'utilisation du glyphosate et d'autres herbicides qui sont mobilisés pour lutter contre les adventices devenues résistantes au glyphosate (Salembier *et al.* 2016).

---

<sup>9</sup> Maladie inféodée à la parcelle, qui touche uniquement les bas de tiges du blé.

<sup>10</sup> Maladie causée par des champignons du genre *Fusarium* qui vivent dans le sol, et attaquent de nombreuses plantes. Ces champignons attaquent les plantes via les racines qu'elles pénètrent directement ou par des blessures d'origine mécanique ou biologique (percées des racines secondaires, piqûres de nématodes, etc.)

A l'échelle du paysage, de nombreux exemples montrent l'impact de la diversité des systèmes de culture et de la présence d'habitats semi-naturels sur la réduction des ravageurs. En effet, le couplage des systèmes de culture, en induisant une hétérogénéité fonctionnelle du paysage cultivé, tant dans l'espace que dans le temps, associé à la diversité morphologique des cultures, de leur cycle de croissance, des techniques qui leurs sont appliquées et à leur succession, jouent un rôle important dans les processus écologiques, en particulier la régulation biologique des ennemis des cultures, à travers la dynamique des populations d'arthropodes (Vasseur *et al.* 2013). Des proportions importantes de forêts et d'habitats semi-naturels dans le paysage sont associées à un travail du sol réduit (diminution de la destruction des auxiliaires qui passent une bonne partie de leur cycle de vie dans le sol), expliquant la lutte biologique plus efficace contre les bioagresseurs par les auxiliaires. Le rôle déterminant du paysage nécessite de mener des réflexions collectives à l'échelle des terroirs pour concevoir de nouvelles réglementations bénéfiques au paysage et résistantes aux bioagresseurs émergents.

#### **5.2.1.2. Introduction de variétés et diversité d'espèces cultivées au sein des parcelles**

Mettre en place des successions diversifiées est un moyen très efficace (au moins pour les cultures annuelles) de réduction des pesticides.

L'introduction de variétés résistantes aux maladies et aux ravageurs dans les parcelles est un autre levier efficace pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires, en particulier les fongicides (Loyce *et al.* 2008 ; Pertot *et al.* 2017). La fréquence et l'organisation spatiale des gènes de résistance dans le paysage, ainsi que les pratiques culturales qui influencent l'évolution génétique des bioagresseurs, doivent être interprétées de manière à ne pas contourner la résistance, mais pour la maintenir à long terme (Aubertot *et al.* 2006 ; Delière *et al.* 2017 ; Papaïx *et al.* 2013).

Pour favoriser la multi-résistance du couvert végétal à la diversité des ravageurs capables de les infecter dans la zone, la plantation d'une combinaison de variétés, sélectionnées pour leur tolérance supplémentaire, est également très efficace, et peut maintenir, voire légèrement augmenter la productivité (Borg *et al.* 2018 ; de Vallavieille-Pope *et al.* 2006). Cette technique a également été largement utilisée en Chine sur le riz, et cela s'est traduit par une baisse des traitements phytosanitaires fongicides de sept à zéro, une diminution importante de la sévérité de la pyriculariose, et une augmentation du rendement (Zhu *et al.* 2000), ainsi que sur les cultures de café en Colombie, pour prévenir la rouille orangée. Une autre méthode très efficace pour contrôler un large éventail de bioagresseurs à travers le couvert consiste à combiner différentes espèces (Stomph *et al.* 2020).

La lutte ultérieure peut faire intervenir différents mécanismes : dilution des densités d'hôtes (pour les maladies et les insectes), modification du microclimat du couvert, effet barrière qui ralentit la dissémination des agents pathogènes ou encore une concurrence accrue dans le temps et dans l'espace (cas des adventices) (Jacquet *et al.* 2022). En grande culture, même s'ils sont encore rares, des mélanges d'espèces souvent associées aux légumineuses sont cultivées, notamment chez les agriculteurs bio, où ils constituent également un moyen de culture, leur succès étant plus incertain qu'en agriculture au sens large (Lamé *et al.* 2015 ; Verret *et al.* 2020). Si l'hybridation de variétés et d'espèces est très répandue dans les grandes cultures, elle est encore très rare, voire quasi inexistante dans d'autres systèmes agricoles (arboriculture, maraîchage etc.). Cependant, les recherches sont désormais orientées vers l'innovation, pour repenser la diversité végétale dans les vergers, dans l'intérêt de rompre avec la monotonie génétique. C'est l'exemple du verger expérimental Z (Simon *et al.* 2017 ; Penvern *et al.* 2018), un dispositif multi-espèces et variétés (pommier, fruit à noyau et à coque, petit fruit, etc.) dont la conception très créative vise à rendre l'espace de production résistant aux ravageurs et aux maladies, grâce à la nature et à l'organisation spatiale et temporelle de ces espèces et variétés, ainsi que la mise en place d'infrastructures agroécologiques dans ce verger circulaire. De même, les vergers-maraîchers, mixant espèces maraîchères et fruitières et émergeant dans les exploitations posent toujours des questions sur le travail et la rentabilité à court et long terme (Paut *et al.* 2021a).

Ce dernier cas de figure est un système bien exploité et pratiqué par les exploitants agricoles dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo. Pour contribuer à une réduction drastique de l'utilisation des pesticides, la conduite des associations variétales spécifiques ou de combinaisons d'espèces doit également être adaptée.

Toutes les associations de variétés sont d'autant plus efficaces pour réduire l'usage des pesticides en diminuant les densités de semis et en appliquant des engrais azotés un peu plus tôt, voire que l'on retarde la date de semis, pour réduire le risque de maladie (de Vallavieille-Pope *et al.* 2006 ; Jeuffroy *et al.* 2010). Parallèlement aux plantes récoltées pour la production, l'introduction de plantes de services, non récoltées mais cultivées pour les services qu'elles offrent à l'agroécosystème, doit également être une pratique favorisant l'intrusion de la biodiversité cultivée, susceptible de contribuer à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Ces plantes de services plantées entre deux cultures (ou en partie pendant leur cycle), permettent de produire simultanément différents services écosystémiques, avec plus ou moins d'efficacité, selon les espèces semées, leurs modes de gestion, la situation pédoclimatique et des cultures auxquelles elles se rapportent.

Les services produits concernent la gestion de l'azote (effet piégeage des nitrates), la protection des sols contre l'érosion, le stockage du carbone, la réduction des bioagresseurs (adventices, pathogènes), la pollinisation et l'esthétique du paysage, pour ne citer que ceux-là. L'effet de bio contrôle est également obtenu dans l'association de légumineuses et de crucifères de couverture par différents mécanismes : effet allélopathique, mélange de plantes hôtes et non hôtes, cultures pièges, couverture du sol, utilisation des ressources abiotiques et enrichissement de matières organiques (Jacquet *et al.* 2022).

Mais des processus de base doivent être approfondis afin de pouvoir être efficacement mobilisés par des techniques appropriées (Couëdel *et al.* 2017).

### **5.2.1.3. La gestion des bioagresseurs par le travail du sol**

Le travail du sol a des effets bien connus sur les mauvaises herbes : à savoir, le labour, l'enfouissement profond des graines, qui leur fait perdre tout ou une partie de leur capacité à germer avant qu'elles ne soient ramenées à la surface par le labour. Cependant, dans le cas des adventices à faible taux de dépérissement annuel, le nombre encore vivante après plusieurs années d'enfouissement peut être élevé, limitant ainsi l'effet des labours fréquents pour le contrôle de ces mauvaises herbes.

Par exemple, dans le cas du phoma de colza (maladie cryptogamique), l'enfouissement des résidus de culture permet de réduire les infestations aériennes liées à la sporulation<sup>11</sup>, avec plus ou moins d'impact selon les instruments de travail du sol mobilisés (Schneider *et al.* 2006).

Ainsi, la comparaison des différents scénarios de mosaïques de systèmes de culture pour le contrôle du phoma de colza montre que le travail du sol est plus efficace que la gestion spatiale des variétés (selon leur résistance), de la maladie et l'endurance de la résistance (Hossard *et al.* 2018). Cependant, selon la succession culturale, le labour peut aussi avoir l'effet inverse et faciliter la survie des bioagresseurs : dans le cas du piétin-verse par exemple, Colbach et Meynard (1995) ont montré que si le labour succède une culture hôte, il permet à *l'inoculum* d'être enterré, protégeant ainsi cette culture hôte, à l'inverse si la première culture n'est pas l'hôte de ce pathogène, mais que celle qui suit la précédente l'est, alors le labour ramène *l'inoculum* à la surface et amplifie le risque d'envahissement de la culture après le labour. De surcroît, la mobilisation du labour comme mesure de lutte contre les bioagresseurs doit aussi être raisonnée en tenant compte de ses effets sur l'activité biologique du sol.

---

<sup>11</sup> Production de spores par un processus sexué ou asexué avec les endospores, ou encore un mode de reproduction de sporozoaires, bactéries et champignons.

En agriculture biologique, particulièrement dans les systèmes conventionnels, pour réduire l'utilisation des herbicides, divers outils de désherbage mécanique sont utilisés pour éliminer les adventices qui poussent dans les cultures : herse étrille, houe rotative, houe, racloir, moulinet, pour ne citer que ceux-là. Cependant, ils sont généralement insuffisants et sont utilisés comme outils complémentaires à d'autres techniques de lutte contre les mauvaises herbes (Casagrande *et al.* 2009). Ainsi, afin de contribuer efficacement au contrôle des bioagresseurs, la méthode de travail du sol ne peut se départir des autres pratiques culturales et de l'état de la parcelle.

Elle devra être adaptée au cas par cas. L'apport important de la nutrition azotée des cultures favorise l'envahissement ou le développement des bioagresseurs. Ainsi, limiter l'apport d'azote dans les sols réduit la croissance des adventices nitrophiles (Singh *et al.* 2017), mais défavorise la capacité de la culture à concurrencer les adventices (Kristensen *et al.* 2008). Une culture très riche en azote facilite la multiplication des pucerons qui y trouvent une alimentation bien équilibrée. L'accroissement de la fertilité azotée du colza favorise aussi la progression du phoma (Aubertot *et al.* 2004), sauf si la culture est semée précocement, ce qui réduit la sensibilité aux attaques lors de la sporulation (Dejoux *et al.* 2003).

La relation entre nutriment azotée et intensité de l'attaque fongique est bien connue dans les systèmes agricoles particulièrement viticoles : plus la vigne est forte, plus elle produit des feuilles, et plus elle est sensible aux attaques fongiques (Valdes-Gomez *et al.* 2011).

### **5.2.2. Une combinaison pratique d'apprentissage du raisonnement et de contrôle des agresseurs biologiques**

L'existence de différentes pratiques adaptées à la réduction des bioagresseurs, n'est pas suffisante pour atteindre l'objectif « sans pesticides ». En principe, le choix des techniques d'incorporation doit être orienté en fonction des cas, des caractéristiques du ravageur ciblé et des autres composantes de la situation du système de culture. En particulier, il est fondamental d'expliquer les synergies et les antagonismes entre leviers, ce qui n'est pas facile compte tenu souvent de la méconnaissance notoire de l'établissement des processus biologiques et écologiques, longtemps négligés par la recherche (Jacquet *et al.* 2022).

Ces mêmes auteurs nous renseignent que pour lutter contre les chardons sans herbicides, plusieurs stratégies sont étudiées : limiter la dispersion, détruire les réserves racinaires, arracher les racines du sol, augmenter la concurrence avec d'autres espèces cultivées, éliminer physiquement les plantes de chardon. Cependant, aucune technique prise individuellement ne peut être suffisamment efficace pour un contrôle satisfaisant du chardon à long terme.

Comme l'ont souligné Favrelière *et al.* (2020), des recherches sur les combinaisons de pratiques sont indispensables, comme pour de nombreux autres bioagresseurs. L'efficacité des pratiques varie en fonction du bioagresseur ciblé et de l'état du milieu. Dans un contexte de gestion de ravageurs multiples et divers, à court et à long terme, l'agriculteur est souvent désemparé, perdu face à la submersion des effets contraires.

Pour concevoir des systèmes à faible recours aux pesticides, voire sans pesticides, qui s'adaptent à la variété des vagues de bioagresseurs et des situations culturales, des efforts constants de recherche dans le domaine de l'agronomie sont nécessaires, afin de comprendre les interactions entre différentes pratiques de lutte et de prophylaxie. Les agriculteurs auront du mal à renoncer aux pesticides dont l'efficacité reste spectaculaire pour la majeure partie, si les connaissances sur ce système ne sont pas suffisamment mobilisées pour les permettre de concevoir des systèmes culturels hors d'usage des pesticides. Se débarrasser des pesticides nécessite d'intégrer une combinaison de leviers, souvent partiellement fonctionnels, et de passer d'une approche curative à une approche agroécologique basée sur la prévention et la résilience des agrosystèmes. C'est pourquoi la connaissance de l'impact de ces pratiques et de leurs combinaisons est essentielle pour orienter les choix techniques des agriculteurs.

### **5.3. Gestion intégrée des ennemis de cultures**

La lutte ou la gestion intégrée contre les ravageurs est une approche écosystémique, holistique de la production et de la protection des cultures qui combine différentes stratégies et pratiques pour faire pousser des cultures saines et minimiser l'utilisation des pesticides à outrance (FAO, 2017). Elle repose sur la prise en compte de l'ensemble des méthodes existantes de protéger les plantes et leur intégration, afin d'éviter le développement de population de ravageurs. Le recours aux pesticides et d'autres modes d'interventions est limité à des niveaux économiquement et écologiquement raisonnables, pour diminuer les risques sanitaires et environnementaux. Dans l'Union européenne, la lutte intégrée contre les ravageurs est perçue par la directive communautaire 91/414/CEE comme une « application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturales ou de sélection végétale, dans laquelle l'usage de produits phytosanitaires est limité au strict nécessaire, afin de maintenir la présence des bioagresseurs en dessous d'un seuil où les dommages et les pertes sont économiquement inacceptables » (Lucas, 2007). La lutte intégrée favorise l'observation et le raisonnement agronomique au détriment d'une application systématique de pesticides. Sa boîte à outil comprend la rotation culturale, l'usage de cultivars résistants, la valorisation des organismes auxiliaires et la surveillance des ravageurs par des observations sur le terrain, entre autres.

Dans son sens restreint, la lutte intégrée s'applique à la gestion d'un seul ravageur dans certaines cultures ou dans des endroits spécifiques, mais de manière plus large, elle s'applique à la gestion globale de toutes les populations de ravageurs dans leur environnement agricole (Ferron, 1999).

Dans une certaine mesure, on parle de protection intégrée des cultures qui utilise un ensemble de leviers visant à prévenir l'envahissement de populations de ravageurs dans les cultures, pour les rendre à la fois moins favorables à leur croissance et moins vulnérables aux dommages qu'elles peuvent causer (Lucas, 2007). Pris individuellement, ces leviers peuvent être partiellement efficaces, mais c'est leur combinaison, par effet complémentaire ou additif, qui rend la stratégie plus efficace.

### **5.3.1. Processus de mise en œuvre de la protection intégrée d'une culture**

La mise en place d'une protection intégrée des cultures favorise d'une part, l'identification du ou des ravageurs à combattre et des cultures appliquées dans la zone, et d'autre part, les mesures de protection (directes et indirectes) à entreprendre.

#### **5.3.1.1. Identification des ravageurs et des cultures pratiquées**

Une large connaissance de l'organisme nuisible (caractéristiques biologiques, historique de sa manifestation, spécificité pour la culture ou les autres plantes hôtes, sa répartition, ses déplacements, présence des auxiliaires capables de réduire l'agressivité, etc.), caractérise la base du système de protection mis en place (Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017). Une bonne identification de la population de ravageurs permet, d'une part, de mesurer l'efficacité des méthodes préventives mises en place et d'autre part, de faire un choix éclairé sur les méthodes de lutte à appliquer. Lorsque l'identité de l'organisme nuisible n'est pas connue, une stratégie conçue pour le contrôle peut échouer et les erreurs induites peuvent conduire à des actions inefficaces.

#### **5.3.1.2. Mesures directes de protection intégrée face aux ravageurs identifiés**

Les mesures de protection directes relèvent des techniques visant à éviter ou à combattre les ravageurs dans des situations susceptibles de causer des dommages importants à la production. Elles peuvent être classées en trois catégories : les mesures chimiques, physiques et biologiques. Les moyens physiques concernent des dispositifs physiques, tels que l'usage de filets anti-insectes, la capture massive par piégeage (pièges à phéromones, pièges à eau, etc.), ou l'utilisation de techniques à températures élevées, telles que le traitement à l'eau chaude, peuvent être utilisés pour désinfecter les semences, les plantes ou le sol contre les champignons et les nématodes. Cette stratégie d'usage de l'eau chaude dans la lutte contre les ravageurs est pratiquée par un très faible taux de 0,3% des agriculteurs enquêtés dans cette étude.

Les processus biologiques peuvent inclure la facilitation de la croissance d'auxiliaires (introduites dans l'espace induqué) ou la libération massive de macro-organismes auxiliaires dans la culture pour contrôler rapidement les populations de ravageurs comme un traitement chimique (Blocaille, 2017).

Les mesures chimiques ne doivent être appliquées qu'en dernier recours, après avoir examiné les autres possibilités et lorsqu'un seuil de nuisibilité a été atteint ou dépassé (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017). L'agriculteur intervient en utilisant parmi les substances actives autorisées, celles qui répondent à la spécificité du problème et qui ont moins de risques pour la santé humaine, les organismes non cibles et l'environnement.

### **5.3.1.3. Mesures indirectes, préventives de protection intégrée des cultures**

Les mesures de lutte indirecte comprennent les actions qui doivent être menées avant que les ravageurs ne menacent les cultures.

Elles sont axées d'une part, sur les espèces cultivées et à leur environnement immédiat pour renforcer leurs défenses et rendre l'accès plus difficile, et, d'autre part sur les mesures prises face à l'exposition aux cultures, aux dégâts potentiels des ravageurs (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017). Ces mesures portent sur :

- La connaissance historique de la parcelle : avant toute implantation, il faut au préalable connaître l'histoire de la parcelle (contexte climatique, dernière culture, culture voisine, etc.) pour évaluer le risque des bioagresseurs (Son, 2018) ;
- La rotation des cultures et le travail du sol : la monoculture favorise le développement de bioagresseurs qui peuvent se développer de façon incontrôlable, et la rotation culturale peut aider à diminuer l'invasion des plantes hôtes.

Le travail du sol (labour, déchaumage, etc.) expose les pupes, les larves et les populations d'insectes du sol à leurs ennemis naturels ou au soleil (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;

- La sélection des variétés de cultures : connaître les particularités des variétés à utiliser permet d'apprécier leur capacité de résilience face aux bioagresseurs présents dans la zone (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;
- La protection des pépinières : un filet anti-insectes protège les plantes des attaques directes des insectes et des virus infectieux (aleurodes, mouche blanche, etc.) (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;



- L'établissement de la culture : certains bioagresseurs se développent mieux à des températures élevées. Un choix judicieux de la date de semis ou de repiquage selon le cycle biologique du bioagresseur, permettrait d'éviter la coïncidence de la période sensible de la plante avec sa forte pullulation. La densité de plantation doit également être prise en compte, car des densités de semis ou de repiquage plus faibles permettent d'avoir des plantes plus solides. En revanche, si la densité est trop élevée, les plantes seront sensibles aux maladies fongiques et aux ravageurs (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;
- La fertilisation : une fertilisation équilibrée rend les cultures plus fortes et moins sensibles aux bioagresseurs.  
Cependant, trop d'azote les fragilise et les rend plus attractives aux ravageurs et au développement des maladies (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;
- L'irrigation : évitez les excès d'eau, car un excès d'humidité prolongé accentue l'activité fongique et bactérienne qui nécessite souvent une longue période d'humidité pour pénétrer dans les feuilles. En revanche, le stress hydrique (arrosage insuffisant) rend les plantes sensibles aux ravageurs et aux maladies dont la croissance optimale est régulée par les climats chauds et secs (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;
- Le favoritisme de la croissance des auxiliaires : les organismes auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes) jouent un rôle important dans le cadre de la protection intégrée des cultures, car ils peuvent réduire la fréquence des pics de prévalence dans les populations de ravageurs associés à des pertes économiques (Schiffers, 2011 ; Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017). Selon Lozano *et al.* (2012), un tiers de la lutte naturelle contre les ravageurs est attribué aux insectes prédateurs et parasitoïdes. Pour les États-Unis d'Amérique, le service rendu par ces ennemis naturels est estimé à 4,49 milliards de dollars par an (Losey et Vaughan, 2006). Il est donc important de connaître leurs critères d'identification afin de faciliter leur intégration ;
- L'attraction et le piégeage par les plantes : le rôle des plantes-pièges est d'empêcher un bioagresseur de subsister et donc de poursuivre son cycle ou d'empêcher l'attaque de cet ennemi (Son, 2018) ;

- La surveillance et l'évaluation : une fois l'organisme nuisible correctement identifié, une surveillance doit être effectuée dans la mesure du possible, car elle permet le traitement sanitaire des cultures (observation des ravageurs, présence de symptômes) et l'évaluation du risque phytosanitaire de la parcelle par rapport au seuil du même nom (Ehi-Eromosele *et al.* 2013 ; Blocaille, 2017) ;
- La fixation des seuils d'action (économique et sanitaire) : la question essentielle qu'il faut se poser est de savoir à partir de quel seuil faut-il intervenir ? Dans certains cas, un nombre normalisé d'organismes nuisibles est toléré. En l'absence d'un seuil défini pour l'organisme nuisible, le seuil d'intervention doit être déterminé par celui économique. Par exemple l'agriculteur peut contrôler les coûts lorsque le coût de dommages des ravageurs est supérieur au coût du contrôle (Son, 2018).

#### **5.4. Les pratiques agricoles, soucieuses de la préservation de l'environnement**

Les types d'exploitations, particulièrement dans les pays en développement, peuvent être divisés en deux catégories selon les intrants dont elles ont besoin : l'agriculture traditionnelle et celle en cours de modernisation.

Ainsi, ce sous-chapitre met en relief les pratiques alternatives qui nécessitent peu d'intrants, et qui sont orientées vers l'autosuffisance alimentaire par opposition aux méthodes conventionnelles très polluées à l'environnement et à la santé humaine. Ces pratiques agricoles alternatives, qui se rapprochent davantage des pratiques traditionnelles, se déclinent en différentes formes.

##### **5.4.1. L'Agriculture Raisonnée (AR)**

L'agriculture raisonnée repose sur l'optimisation des méthodes de production traditionnelles. En agriculture raisonnée, les exploitants agricoles ne traitent leurs cultures que si nécessaire, au bon moment et à la bonne dose. Il s'agit d'une version « améliorée » de l'agriculture conventionnelle, en réponse aux nouvelles exigences légales visant à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires.

Ce type d'agriculture peut s'appuyer sur l'utilisation d'outils d'aide à la prise de décision, des outils statistiques qui intègrent à la fois des données climatiques, pédologiques et culturales pour une exploitation donnée, afin de mesurer les pressions parasitaires d'une année en cours, et ajuster les traitements phytosanitaires à réaliser (Batsch, 2011).

A l'échelle de l'exploitation, l'agriculture raisonnée vise à maîtriser au mieux, les impacts positifs et négatifs des pratiques agricoles sur l'environnement, tout en assurant la qualité et le maintien des produits alimentaires, voire même l'amélioration de la rentabilité économique des exploitations.

Ainsi, en participant au processus de développement durable, l'agriculture raisonnée vise à harmoniser trois objectifs : assurer le revenu des agriculteurs, garantir la qualité des produits et agir en faveur de la protection de l'environnement. C'est ce dernier objectif qui fait la particularité de l'agriculture raisonnée. Il s'agit de préoccupations publiques et non commerciales, dont les impacts sont mesurés sur l'exploitation plutôt que sur les produits qu'elle génère. Ainsi, la méthode proposée par l'AR constitue plus une adaptation du modèle agricole actuel qu'une véritable remise en cause (Blouet *et al.* 2003 ; Féret et Douguet, 2001). Par exemple la lutte raisonnée est perçue comme une phase de l'approche de la lutte intégrée (Milaire, 1995) et comprend un ajustement progressif des méthodes de lutte conventionnelle. Cependant, celle intégrée privilégie l'utilisation de moyens alternatifs comme les méthodes de lutte biologique, ce qui explique peut-être son accueil favorable de la part de divers concessionnaires du secteur agricole (Angelucci et Mundler, 2007). Les mesures réglementaires en place dans les pays qui imposent un cahier des charges aux exploitations éligibles labellisées «*agriculture raisonnée*» définissent des normes d'utilisation des fertilisants, afin de réduire le risque de pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole.

Les pratiques agricoles volontaires et respectueuses de l'environnement, menées par les agriculteurs, préservent les ressources en eau (sol et sous-sol). Dans cette dynamique, les agriculteurs doivent utiliser rationnellement les engrais, afin de limiter les risques de pollution et contribuer à la protection du paysage et de la biodiversité. L'agriculture raisonnée se veut un compromis entre l'agriculture intensive et l'agriculture biologique.

#### **5.4.2. L'agriculture traditionnelle**

L'agriculture pratiquée par les petits exploitants agricoles dans les pays du sud est encore exercée de manière largement traditionnelle. Ayant évolué au cours des millénaires en fonction des réalités des systèmes locaux, sociaux et environnementaux qui ont changé avec le temps (Altieri, 2009), ce type d'agriculture s'adapte certes bien à son environnement (FAO, 2007), mais est fortement éprouvée sur le plan écologique.

En effet, s'appuyant sur des pratiques transmises de génération en génération, elle valorise largement les savoirs locaux et permet la gestion de l'agrobiodiversité par la diversification des systèmes agricoles mis en place.

Les connaissances traditionnelles sont le pilier de ce type d'agriculture. Les scientifiques ont identifié quatre formes de connaissances dans l'agriculture traditionnelle :

- les connaissances environnementales perpétuellement détaillées chez ces agriculteurs, qui ont un grand savoir du milieu physique et des différents cycles qui s'y opèrent.

Ils mettent alors l'accent sur les savoirs taxonomiques dits folkloriques qui correspondent souvent à des taxons scientifiquement établis ;

- les connaissances des techniques agricoles sont également très développées et permettent aux agriculteurs d'exploiter leurs terres même s'ils doivent rencontrer de nombreuses difficultés ;
- le caractère empirique des connaissances traditionnelles. En effet, l'acquisition de connaissances sur l'environnement et le développement de leurs activités se font non seulement par les observations du milieu, mais aussi sur la base d'un processus d'essais et d'erreurs (Altieri, 1987). Une caractéristique qui dépeint cette pratique agricole et qui a des impacts favorables sur l'environnement et les agriculteurs est la grande diversité des variétés agricoles. Cette caractéristique résulte de l'hétérogénéité des systèmes agricoles, qu'ils soient polyculture ou agroforestière. Cette diversification aide à stabiliser les rendements à long terme en minimisant le risque. De plus, la variété des cultures permet une alimentation variée.

Du point de vue des services écosystémiques, l'interaction entre les plantes, les animaux et les arbres, assure une synergie bénéfique qui permet au système de maximiser ces services (Altieri, 2009). Ainsi, les exploitations agricoles diversifiées permettent la culture de plantes qui peuvent remplir diverses fonctions, telle que l'enrichissement du sol en nutriment. Elles permettent également le maintien de la macro et microfaune, qui fournissent un certain nombre de services écosystémiques tels que la pollinisation, la décomposition des matières organiques, la fixation de l'azote et la prédation des insectes nuisibles (FAO, 2007). Les lacunes qui peuvent être identifiées par rapport à ce type d'agriculture se réfèrent souvent à une productivité limitée, bien que plus ou moins suffisante pour les besoins des ménages qu'elle a toujours soutenus. Certaines pratiques comme le labour des parcelles peuvent être améliorées pour minimiser l'altération du sol par exemple (Morin Ouellet, 2011) ;

- l'agriculture traditionnelle pourrait profiter des connaissances agronomiques actuelles pour mieux adapter les pratiques et besoins des agriculteurs.

Ces connaissances doivent à tout prix être utilisées dans le développement d'une agriculture durable pour assurer la souveraineté et la sécurité alimentaire à grande échelle. C'est d'ailleurs l'une des recommandations auxquelles De Schutter (2010a) semble tenir surtout lorsqu'il envisage la nécessité d'une approche agricole plus durable à l'avenir.

### **5.4.3. L'Agriculture Biologique (AB)**

L'agriculture biologique est souvent considérée comme une alternative à l'agriculture intensive, et comme un moyen d'améliorer les rendements de l'agriculture traditionnelle. Telle que définie par *l'International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)*, cette pratique agricole repose sur quatre principes : santé, écologie, justice et précaution (IFOAM, 2009). Dans ce sens, l'agriculture biologique doit soutenir et contribuer à l'amélioration de la santé.

La santé du point de vue de l'IFOAM, est très inclusive et holistique parce qu'elle comprend tout ce que l'agriculture peut affecter, c'est-à-dire le sol, les plantes, les animaux, les personnes, le tout comme une entité indivisible (Morin Ouellet, 2011). Ce type d'agriculture est aussi basé sur la connaissance des cycles écologiques et de l'écosystème qui s'y conforme afin de pouvoir en profiter au maximum. Comme nous venons de le mentionner, une bonne source de connaissances à cet égard est l'ensemble des connaissances traditionnelles détenues par les petits exploitants agricoles. Le changement vise à passer du postulat que l'homme doit conquérir la nature pour survivre, à la prémisse qu'il doit apprendre de celle-ci afin de bénéficier de ses services (Jordan, 2004).

L'équité, la justice et le respect sont également au cœur de l'agriculture biologique et s'appliquent autant entre les individus qu'entre les individus et leur environnement. Cela suppose que les acteurs de ce système doivent bénéficier d'une bonne qualité de vie et que les systèmes de production et de distribution soient ouverts, équitables et qu'ils tiennent compte des coûts réels, internationalisant ainsi les coûts environnementaux et sociaux (IFOAM, 2009). Cet aperçu des principes de l'agriculture biologique ne peut être considéré comme complet sans mentionner le principe de précaution. Il s'agit du principe selon lequel l'agriculture biologique doit être gérée de manière responsable et prudente pour protéger la santé et le bien-être des générations futures, mais aussi celle de l'environnement. L'objectif est d'encourager la gestion cyclique des ressources naturelles pour améliorer la fertilité des sols et leur activité biologique, en augmentant sa qualité et sa quantité en matières organiques.

Cette gestion vise à restreindre les besoins en intrants, notamment les engrais et les pesticides de synthèse. D'ailleurs, le concept « biologique » relève de l'usage d'intrants biologiques plutôt que synthétiques. Pour y parvenir, les agriculteurs biologiques doivent se référer sur un environnement, comprenant une grande diversité d'espèces et une activité biologique considérable (Greenpeace, 2009). Elle offre un avantage pour l'environnement du fait qu'en respectant ces principes par la gestion holistique, l'agriculture biologique contribue à maintenir et à améliorer la santé des agrosystèmes, notamment en termes de biodiversité, de cycles et d'activité biologiques des sols (FAO, 2011d).

#### **5.4.4. L'Agriculture de Conservation (AC)**

L'agriculture de conservation (AC) représente une famille de systèmes de culture qui suivent simultanément trois principes techniques : le non-labour ou travail minimal du sol, la couverture permanente du sol et la combinaison d'espèces cultivées dans le temps (rotations) ou dans l'espace (associations) (Djamen *et al.* 2005 ; Triomphe *et al.* 2007 ; FAO, 2008). Le labour, le sarclage et le buttage sont des travaux absents ou exceptionnels dans ce système d'exploitation. Le couvert végétal est constitué des restes de récoltes précédentes ou de végétaux apportés et étalés sur le sol (paillage), ou de plantes de couverture occupant le terrain avant la culture principale ou plantées en association (couvertures vives) (Capillon et Séguy, 2002). À ce titre, l'AC fédère une série de systèmes de cultures appelés défriche-paillis, semis-direct Sous Couverture Végétale (SCV), et zéro labour, qui répondent aux trois conditions requises (Serpantié, 2009). L'AC s'est imposée comme un système prometteur dans le cadre du développement durable en raison des nombreux avantages identifiés par ses promoteurs, tant pour l'économie de l'exploitation agricole que pour l'environnement.

L'AC propose un grand potentiel pour tous les types d'exploitations agricoles et d'environnements agroécologiques. Elle est d'un apport capital pour les petits exploitants agricoles, ceux dont les moyens de production limités sont un obstacle pour gérer les contraintes de temps et de main-d'œuvre, constituant ainsi une priorité (FAO, 2008). Le non-labour consiste à placer les graines ou semences dans un sillon ouvert à travers les restes d'une culture précédente, connue sous le nom de semis direct. D'autres techniques se rapprochent du non-labour parce qu'elles s'opèrent d'un travail minimal du sol, sur les premiers centimètres ou sur la bande de semis, elles sont regroupées sous l'appellation de Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) (Laurent, 2015). Le non-labour ou travail minimal du sol est un élément clé de l'agriculture de conservation, mais pas le seul.

La diversité des pratiques liées au semis direct explique la variabilité de ses performances environnementales. Les avantages concernent le mouvement de l'eau et des particules qu'elle entraîne, ainsi que les nutriments nécessaires à la croissance des plantes.

La matière organique est au cœur de la rétention et du recyclage des éléments minéraux qui seraient lessivés hors portée des racines (Séguy *et al.* 2006). Au Brésil, les sols générés en semis direct sous couvert végétal présentent à moyen terme de meilleures teneurs en phosphore, azote, calcium et potassium que les sols labourés (Séguy *et al.* 2006 ; Bolliger *et al.* 2007). Au Madagascar, des surfaces d'exploitation rizicoles (photo 10) ont donné des résultats probants dans l'expérimentation de l'agriculture de conservation (Laurent, 2015).



Photo 10: Riz pluvial en SCV sur couverture morte au Madagascar (*Cliché, Serpantié, 2015*)

Dans le cas d'un système intégré d'agriculture de conservation, le non-labour est associé à un paillage intercalaire qui limite la croissance des mauvaises herbes et donc l'utilisation d'herbicides (Laurent, 2015).

De plus, la rotation prolongée des cultures est préconisée pour réduire les adventices et les bioagresseurs, réduire aussi dans le même temps l'application des pesticides. En Argentine par exemple, l'expansion du non-labour a commencé tardivement, et a été rapide par la suite.

En effet, les surfaces concernées sont passées de 25 000 ha en 1987/88 à 44,4 millions d'hectares en 1997/98 (Bolliger *et al.* 2007) et 19,7 millions d'hectares en 2006, soit 69% des surfaces cultivées (Derpsch *et al.* 2010).

En Afrique, les exploitations de semis directs mécanisées sont de petites tailles, mais de nombreuses opérations manuelles correspondent au semis direct (Laurent, 2015). La FAO considère l'agriculture de conservation comme la voie du développement agricole en Afrique (FAO, 2001).

#### 5.4.5. La permaculture

Parmi les systèmes d'agricultures alternatives écologiques, les initiatives regroupées sous le label « permaculture » deviennent de plus en plus populaires (Ferguson et Lovell, 2014).

Dans la dynamique d'une imbrication des enjeux écologiques, agroécologiques et sociaux, la permaculture suppose une recomposition de la société (Pezrès, 2010 ; Pignier, 2017) de façon bien organisée (Smith, 2015) avec une priorité accordée au système nutritionnel (Mollison et Holmgren, 1978). Elle marque une rupture avec le modèle agricole dominant. La permaculture s'inscrit dans la durabilité du fait qu'elle ne détruit pas les sols et les écosystèmes et ne dépend pas des énergies fossiles (Chakroun, 2020). En effet, elle est née après les premières observations sur la rareté du pétrole, le changement climatique et plus globalement, les dommages croissants que les modèles économiques existants causent à l'environnement naturel et humain (Holmgren, 2002). Sa permanence renvoie quant à elle à la pérennité des plantes cultivées, intégrant les associations des cultures annuelles, de vivaces et ligneuses comme la lisière entre prairies et forêts (Soltner, 1986).

Dans ce sillage, la permaculture met en exergue non seulement l'évolution des pratiques agricoles, mais aussi la révolution des paysages ruraux vers des formes plus proches des paysages de *bocages* français et des mosaïques végétales de *satoyama* au Japon (Soltner, 1986 ; Holmgren, 2004 ; Kamada, 2017), plutôt que des paysages urbains, avec l'émergence de terroirs hybrides tels que les fermes urbaines (Mumenthaler et Cavin, 2018), entraînant une résurgence grâce aux approches participatives et paysagères de l'aménagement du territoire (Dugua et Chakroun, 2019).

La permaculture ayant été réinterprétée et adaptée à différents contextes socio-écologiques (Morel *et al.* 2019), il est de plus en plus complexe de la définir sous toutes ses formes actuelles. Parmi les différents types d'agricultures alternatives (agroécologie, agroforesterie, agriculture naturelle etc.), c'est peut-être sa malléabilité et sa multidimensionnalité qui la caractérisent le mieux (Chakroun, 2020). Elle se décline à travers plusieurs niveaux, à la fois « d'éthique agricole, ses méthodes de conception et les pratiques ancrées dans ces méthodes » (Chakroun et Linder, 2018). De plus, la permaculture s'est progressivement imposée comme une véritable contre-culture (Holmgren, 2010), favorisant des mouvements sociaux internationaux (Ferguson et Lovell, 2014). Si sa durabilité environnementale est rarement remise en cause, sa viabilité économique est sujette à discussion. En revanche, des chercheurs de l'institut INRA-AgroParisTech ont démontré qu'il s'agissait d'une option bénéfique, soulignant que la viabilité de ces projets est fortement dépendante du contexte territorial et des options et valeurs mises en place par les agriculteurs (Guégan et Léger, 2015 ; Morel *et al.* 2017).



La planche de photos 11 montre une véritable expérience du système permacole en expansion dans le village de Soutou, arrondissement de Tenghory.

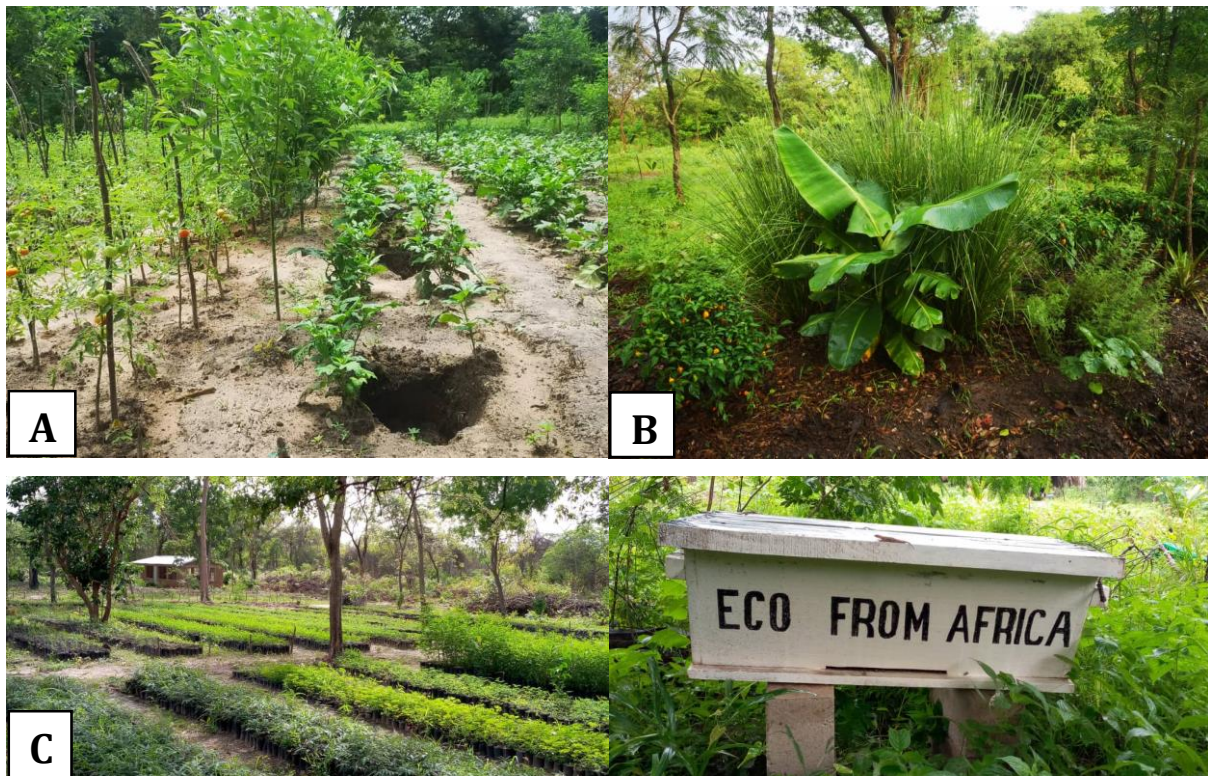


Photo 11: Association de culture (A), butte permacole (B), pépinières de plantes (C) dans la ferme permacole « Eco From Africa » à Soutou, en 2022 (*Cliché AKS, novembre 2022*)

#### 5.4.6. Le recours au système agroécologique

L'agroécologie est un cadre particulièrement riche pour développer une agriculture plus durable. C'est un terme polysémique car il désigne à la fois une discipline scientifique, un ensemble de pratiques et un mouvement social (Duru et Therond, 2015 ; Wezel *et al.* 2009).

L'un des principes de base de l'agroécologie est d'amplifier la diversité fonctionnelle pour augmenter la régulation biologique et les services écosystémiques.

Hector, (1999) a publié des recherches sur les prairies démontrant que l'augmentation du nombre d'espèces végétales et du nombre de groupes fonctionnels augmente le rendement de biomasse. Cette diversification profite aux cultures de rente qui se succèdent, mais aussi aux variétés intra-parcellaires, inhérentes aux combinaisons d'espèces, telles que les associations céréales-protéagineux, efficaces dans la prophylaxie (Stomph *et al.* 2020). Par ailleurs, l'agroécologie nous fait aussi penser différemment le cycle des cultures, en intégrant d'autres cultures aux cultures de rente.

Il s'agit de raisonner sur le recours aux cultures de service, non plus seulement en raison de leur effet sur la rétention d'azote en excès, le stockage du carbone dans le sol (Bolinder *et al.* 2020) et les activités des pollinisateurs (Gallot *et al.* 2016), mais aussi sur la lutte antiparasitaire. L'augmentation de la diversité fonctionnelle induite par l'agroécologie doit être appréciée à différents niveaux, depuis la parcelle, la plante et jusqu'au paysage. Ainsi, la diversification des cultures à l'échelle de la rotation des cultures ou des zones enherbées autour de la parcelle, participe à une diversité fonctionnelle accrue (Jacquet *et al.* 2022). Dans la vision de l'agroécologie, il faut aussi comprendre que le sol et sa fonction influencent largement la régulation biologique, la nutrition des plantes et donc la lutte antiparasitaire. Ainsi, l'agroécologie se rapporte à l'échelle du paysage où se déroule également la diversité fonctionnelle. Sur la base d'une étude de plus de 500 sites dans le monde, Sirami *et al.* (2019) ont montré que l'augmentation de l'hétérogénéité des paysages augmente la diversité multi-trophique dans ces milieux, et donc la capacité de régulation des bioagresseurs. L'hétérogénéité du paysage est fortement liée à la variété des cultures, à la proportion d'espaces semi-naturels et à la taille moyenne des parcelles arables. Ainsi, à partir d'une compréhension des mécanismes biologiques à l'œuvre, l'agroécologie met en place des outils de biocontrôle, non pas comme une approche alternative aux pesticides, mais comme un moyen d'augmenter la diversité fonctionnelle pour faciliter la régulation biologique et limiter les effets des bioagresseurs (Jacquet *et al.* 2022).

Aujourd'hui, l'agroécologie utilise ses connaissances dans les domaines de l'écologie et de l'agroforesterie pour rechercher, la gestion et la mise en œuvre de systèmes agricoles alliant productivité et conservation des ressources (Agroeco.org, 2008). Elle recherche donc un lien entre le développement agricole, la protection et la régénération du milieu naturel (Rabhi, 2005). La nature hautement intégrée de cette discipline conduit à considérer l'interaction de toutes les composantes biophysiques, techniques et socioéconomiques du système agricole. Les principes de cette démarche visent avant tout à restaurer et à renforcer la symbiose entre les éléments du système agricole (Altieri *et al.* 2005).

Comme l'explique Rabhi (2005), instigateur de l'agroécologie, cette pratique vise à préserver la biodiversité, tant au niveau de la vie microbienne dans le sol que de l'agrobiodiversité. Plus précisément, l'agroécologie encourage le travail du sol sans en altérer sa structure. Donc comme pour l'agriculture biologique, l'usage d'engrais organiques issus du compostage est recommandé.

Au-delà de la réduction des impacts environnementaux de la production et de l'usage des produits de synthèse, cela conduit à une meilleure gestion des déchets végétaux et animaux utilisés pour le compostage grâce au processus de fermentation aérobie. Le recours au traitement phytosanitaire naturel est aussi un autre facteur intéressant de cette pratique.

Ainsi, le contrôle phytosanitaire est effectué à l'aide de substances traditionnelles pour faire face aux maladies et ravageurs des cultures, ce qui conduit à l'usage de produits qui se dégradent sans créer de dommages à l'environnement (le neem (*Azadirachta indica*), le caïlcédrat (*Khaya senegalensis*), les cendres de bois, des graisses d'animaux, etc.). Le reboisement avec des espèces à vocation utiles, par exemple pour le combustible, l'artisanat, les plantes médicinales etc. est également recommandé, ce qui offre des avantages d'un point de vue environnemental, mais aussi aux petits agriculteurs qui peuvent en bénéficier.

#### **5.4.7. L'Agriculture Écologiquement Intensive (AEI)**

Dans ce monde agricole en mutation (Hervieu et Mayer, 2010), l'agroécologie apparaît comme une nouvelle façon de penser l'agronomie. Gliessman et Amador (1980), définissent l'agroécologie comme « l'application de l'écologie à l'étude, la conception et la gestion des agroécosystèmes durables » alors que d'autres incluent les aspects sociaux et environnementaux, ainsi que les politiques dans la définition de l'agroécologie (Holt-Giménez et Altieri, 2013 ; Wezel *et al.* 2009).

A travers ces différentes définitions, l'agroécologie appelle à une large restructuration des modes de production incluant les objets et les techniques de l'action productive, dont la finalité n'est plus seulement la production, mais invite également à repenser les rôles sociaux des agriculteurs et des conseils (Di Bianco, 2018).

Dans ce débat sur le lien entre agronomie et écologie, c'est bien une discipline scientifique qui se renouvelle, et suscite la réflexion autour des modalités d'encadrement des agriculteurs dans la gestion agronomique de leurs exploitations (Guillot *et al.* 2013).

A l'opposé, l'Agriculture Écologiquement Intensive (AEI), telle que définit par Griffon (2007), propose de réduire le couplage entre agronomie et écologie. L'AEI considère les processus naturels comme une source d'inspiration pour créer de nouveaux procédés innovants pour les cultures ou fournir des services écosystémiques qui sont pris en compte dans les activités productives (Griffon, 2007 ; 2013).

En d'autres termes, pour les défenseurs de l'AEI, il convient d'utiliser les fonctions écologiques pour « produire plus et mieux avec moins » d'intrants (Griffon, 2013). L'intérêt de l'AEI s'explique par deux raisons principales. D'une part, il ne s'oppose pas à la conservation des ressources environnementales et au maintien ou à l'amélioration de la productivité, d'autre part, il ne se réfère non plus à une liste de techniques agricoles ou à un seul type d'exploitation agricole, mais plutôt à un processus de changement de pratiques menées par les agriculteurs engagés dans des mécanismes innovants (Ghali *et al.* 2014).

L'AEI est présentée comme une approche basée sur l'utilisation de capacités spécifiques des écosystèmes (Griffon, 2007 ; 2013). Cette unicité ne se limite pas à un système particulier de techniques, mais peut inclure un large éventail de techniques issues de différents modes de production. L'enjeu de l'AEI est donc pour les agriculteurs de se réapproprier l'optimisation des fonctions écosystémiques, en réduisant l'utilisation d'intrants de synthèses et des ressources non renouvelables, sans porter atteinte à la production et la viabilité des exploitations. Pretty (2008) souligne l'importance de trouver de nouvelles technologies et pratiques pour assurer une agriculture durable et adaptée aux conditions locales. Il propose des principes de base de durabilité, qui rejoignent l'AEI sur de nombreux points, tels que la nécessité d'intégrer les processus biologiques et écologiques dans la production agricole, la réduction des intrants non renouvelables, la promotion et la valorisation des compétences des agriculteurs. L'AEI correspond aujourd'hui à un ensemble spécifique d'expériences qui doivent être regroupées et validées au profit de la viabilité des systèmes agricoles.

#### **5.4.8. L'Agriculture Intelligente face au Climat (AIC)**

Dans un contexte d'instabilité politique et de changement climatique, le secteur agricole doit être actif dans ses stratégies d'adaptation. En d'autres termes, l'agriculture devra être « intelligente » pour être efficacement résiliente.

Face à cette situation, l'approche de l'agriculture « intelligente » face au climat (AIC) a d'abord été développée et présentée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) lors de la conférence sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et les changements climatiques à La Haye en 2010.

Son but est de participer à la réalisation des objectifs d'une agriculture durable face aux changements climatiques, en s'appuyant sur trois principes : Productivité, Adaptation et Mitigation. Dès lors, ce concept semble mieux répondre aux contraintes liées à la production maraîchère, particulièrement les légumes feuilles (FAO, 2010).

L'approche AIC participe à conduire les actions qui visent à modifier et à réorienter les systèmes d'exploitation agricoles pour atteindre la sécurité alimentaire de façon efficiente et durable dans un contexte de nouvelles réalités de variabilités climatiques (Lipper *et al.* 2014). Elle présente donc un triple avantage du point de vue de l'agriculture, de l'environnement et des changements climatiques. Ces piliers ne s'excluent pas en principe mais sont plutôt complémentaires (Kpadonou *et al.* 2019).

A travers ses trois piliers, l'AIC cherche véritablement un compromis entre la sécurité alimentaire, l'adaptation et la mitigation comme base pour réorienter les politiques et les actions contre les changements climatiques (Lipper *et al.* 2014). En principe, l'AIC intègre les trois dimensions du développement durable : économique, sociale et environnementale (FAO, 2010).

Elle dépasse donc les objectifs de la révolution verte, de l'agriculture de conservation, de l'agroécologie, pour ne citer que ceux-là. L'AIC se distingue de l'agriculture intensive et de l'agriculture durable en intégrant la lutte contre les changements climatiques et en contribuant à l'atténuation et/ou l'élimination des gaz à effet de serre (GES). Plus précisément, l'AIC agit sur les options et les décisions au niveau global, régional et national (figure 46). Elle s'intéresse donc à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques agricoles à différents niveaux (Zougmore *et al.* 2015). Un autre aspect important qui distingue l'AIC de l'agroécologie et de l'AC est que la mise en œuvre des décisions et les politiques de l'AIC devraient affecter positivement différents niveaux des systèmes de production agricole, ainsi que les pratiques au niveau paysans, c'est-à-dire au plan local (Kpadonou *et al.* 2019).

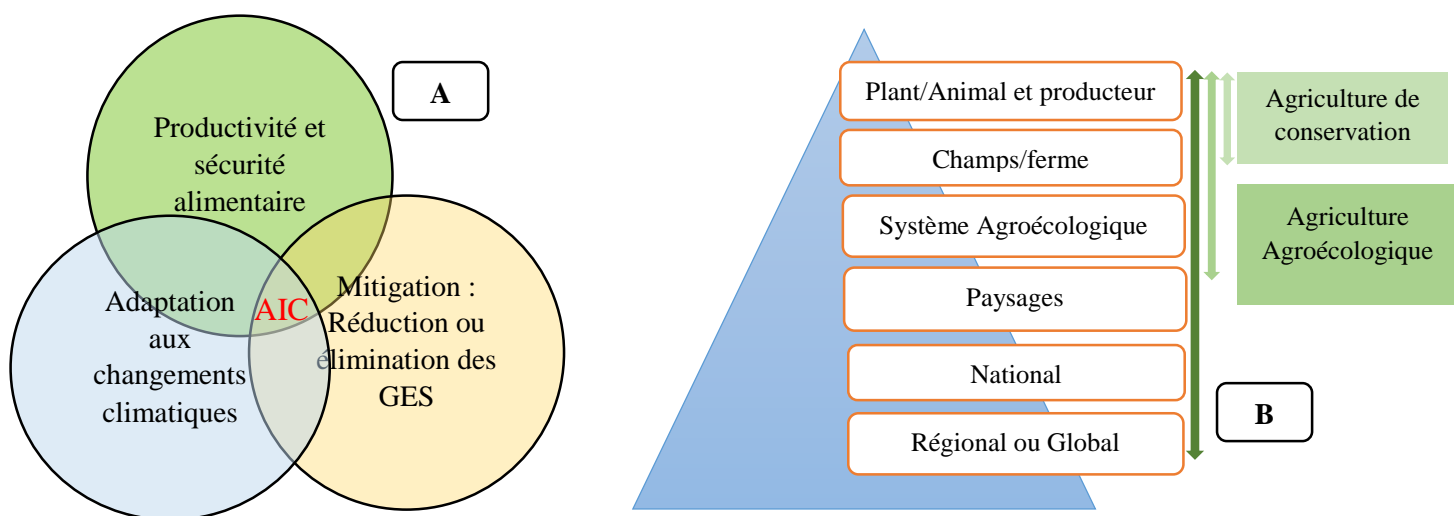


Figure 46: Composantes de l'AIC en A (Inspirée de Deichert *et al.* 2017); Niveau d'influence de l'AIC dans le système de production agricole en B (Source : Saj *et al.* 2017)

A partir de ces points, une pratique quelle que soit son origine (paysanne ou initiée et promue par des projets de développement ou de recherche scientifique) sera appréciée comme « intelligente » face au climat, à condition qu'elle donne une bonne productivité, participe à la sécurité alimentaire, rend adaptables les impacts négatifs des changements climatiques et contribue à la réduction ou à l'élimination des GES (Lipper *et al.* 2014). Dans ce contexte, chaque pilier a des caractéristiques spécifiques qui contribuent au même objectif.

- ***Productivité***

La pratique d'AIC est considérée comme productive si elle induit des rendements optimaux avec peu de ressources (FAO, 2013). Elle doit également contribuer à obtenir des revenus d'approvisionnement et/ou commerciaux durables pour les producteurs, assurer la sécurité alimentaire et l'épanouissement de l'agriculteur. Cela veut dire qu'il faut non seulement obtenir des rendements élevés, mais aussi des produits de qualité avec une bonne valeur nutritionnelle. Il est également inclus dans ce pilier, la capacité de cette conduite à réduire ou à ne pas produire de pertes post-récoltes et faciliter la commercialisation du produit (FAO, 2013).

Les critères d'évaluation et les indicateurs liés à la productivité sont les capacités de la technique à : augmenter la production et le rendement, la disponibilité et l'accessibilité des aliments, réduire les pertes post-récoltes, augmenter les revenus et améliorer les conditions de vie des agriculteurs (Quinney *et al.* 2016 ; Ouédraogo *et al.* 2019).

- ***Adaptation***

Ce pilier examine les possibilités d'une pratique à résister aux chocs, sans altération ou être fragilisée par les impacts négatifs des changements climatiques (FAO, 2013).

Cela permet aux agriculteurs de continuer à produire efficacement dans un contexte de changements climatiques en utilisant cette méthode sans difficultés majeurs. Les critères et indicateurs d'évaluation liés à l'adaptation sont la capacité de la technique à accroître la disponibilité et l'accès à l'eau, à améliorer l'efficacité de l'usage de l'eau ainsi que sa qualité, à augmenter la capacité de rétention de l'eau des sols, à améliorer leur fertilité, à réduire la dégradation des terres et contribuer à leur rétablissement, à atténuer les risques d'exposition aux chocs climatiques en favorisant leur bonne gestion ainsi que la valorisation des connaissances endogènes (Quinney *et al.* 2016 ; Ouédraogo *et al.* 2019).

- ***Mitigation***

La mitigation tient compte des capacités de la pratique à émettre peu ou pas de GES et/ou sa capacité à les séquestrer. La capacité d'atténuation peut se produire en amont (lors de la création du produit) et/ou en aval (pendant ou après l'usage de la pratique) (FAO, 2013).

Les critères d'évaluation et les indicateurs liés à la mitigation sont la capacité de la technique à : diminuer ou ne pas émettre de GES, contribuer à les absorber, utiliser efficacement les énergies renouvelables, avoir une bonne efficacité d'usage de l'énergie (Quinney *et al.* 2016 ; Ouédraogo *et al.* 2019).

### **Conclusion**

En somme, la recherche dans le cadre des systèmes agricoles alternatifs aux pesticides nous a permis d'identifier des méthodes et indicateurs existants pour l'évaluation des performances environnementales des exploitations. Les critères étudiés dans les cahiers de charges des différents types d'exploitations ont été regroupés en quatre groupes : biodiversité des agroécosystèmes, préservation des ressources, intrants utilisés en production végétale et intrants utilisés en production animale (tableau 22).

Tableau 22: Pratiques et méthodes d'amélioration des performances économiques et environnementales des systèmes agricoles alternatifs aux pesticides

| <b>BIODIVERSITE</b>                     |                                 |                       |  |                                      |   |  |
|---|---------------------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|---|--|
| Conserver la biodiversité naturelle     | Maintenir les terres arbustives | Diversifier l'élevage | <b>Diversifier les cultures</b>              |                                      |   | Utiliser des semences et variétés résistantes et adaptées aux terroirs |
|   |                                 |                       | Diversifier l'assolement                     | Allonger les rotations               | Privilégier les associations                    |  |
| <b>RESSOURCES</b>                       |                                 |                       |  |                                      |   |  |
| <b>SOL</b>                              |                                 |                       | <b>EAU</b>                                   |                                      |   |  |
| Limiter le travail du sol               | Couvrir les sols                |                       | Préserver la qualité et la quantité de l'eau |                                      |   |  |
| <b>INTRANTS - PRODUCTIONS VEGETALES</b> |                                 |                       |  |                                      |   |  |
| <b>Limiter la fertilisation</b>         |                                 |                       |  |                                      | Limiter le recours aux produits phytosanitaires |  |
| Minérale                                | Azotée                          |                       | Organique                                    |                                      |   |  |
| <b>INTRANTS - PRODUCTIONS ANIMALES</b>  |                                 |                       |  |                                      |   |  |
| <b>ALIMENTATION</b>                     |                                 |                       | <b>SANTE</b>                                 |                                      |   |  |
| Améliorer l'autonomie alimentaire       | Valoriser les fourrages         |                       | Interdire certains produits                  | limiter le recours aux antibiotiques | Limiter le recours aux antiparasites            | Augmenter le délai d'attente   |

(Source : Adapté de Grémillet et Fosse, 2020)



---

## **CHAPITRE VI : STRATEGIES DE GESTION DES PESTICIDES, DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES**

---

Face aux impacts négatifs des pesticides sur la santé humaine et l'environnement, l'État du Sénégal et ses partenaires ont mis en place certaines mesures incitatives pour limiter, encadrer et contrôler leur utilisation. Ces mesures concernent l'élaboration et la mise en œuvre effective des textes réglementaires, des conventions ratifiées, des actions de sensibilisation et de formation des producteurs sur les bonnes pratiques phytosanitaires, la mise en place de méthodes alternatives de lutte contre les ravageurs, pour ne citer que celles-là. Dans ce chapitre, il est question d'insister plus sur le cadre réglementaire et les institutions compétentes adossées aux processus de gestion des pesticides au Sénégal.

### **6.1. Cadre juridique et institutionnel de la gestion des pesticides au Sénégal**

L'arsenal juridique de gestion des pesticides au Sénégal est constitué d'instruments d'outils et de normes internationaux. Toutefois, il est regrettable de constater de nombreuses pratiques empiriques, non réglementaires de gestion des pesticides dans certaines contrées du Pays. Cependant, les textes dans leur globalité (lois, décrets, conventions, arrêtés, normes, etc.) ne couvrent pas entièrement la gestion des pesticides. Le cadre institutionnel de la gestion des pesticides repose principalement sur trois Ministères : le Ministère de l'agriculture et de l'équipement rural, le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de la Transition Ecologique et le Ministère de la Santé et de l'Action Sociale.

### **6.2. Cadre législatif et politico-institutionnel de la gestion des pesticides au Sénégal**

#### **6.2.1. A l'échelle internationale et régionale**

Le Sénégal a ratifié un certain nombre d'instruments juridiques internationaux relatifs à la protection de l'environnement. Parmi ces outils, certains concernent directement les pesticides et la lutte contre la pollution. Au niveau sous-régional, les pays s'appuient sur les dispositions réglementaires du CILSS relatives au « Règlement Général d'homologation des pesticides dans les États membres du CILSS ». Le Comité Sahélien des Pesticides (CSP), sis à Bamako (Mali) est l'organe central du Règlement Général. Afin d'assurer l'approvisionnement en pesticides, le Sénégal s'est activement impliqué dans l'élaboration des documents relatifs à la mise en place du Comité Sahélien des Pesticides (CSP) et du « Règlement général d'homologation ».

Le Comité Sahélien des Pesticides (CSP), qui évalue le Règlement Général, examine les demandes soumises par les entreprises agrochimiques des États membres dont le Sénégal, pour la délivrance d'agrément et d'autorisation de vente de pesticides. Il est fonctionnel depuis 1994 et placé sous la tutelle institutionnelle directe de l'Institut du Sahel (INSAH).

En effet, il remplace dans la pratique les homologations nationales. C'est un outil très important dans la gestion concertée et la coordination nationale des pesticides. Les pesticides officiellement autorisés sont ceux qui ont obtenu une Autorisation Provisoire de Vente (APV) ou un agrément du Comité Sahélien des Pesticides (CSP). Plusieurs textes ont été préparés par les pays concernant la gestion, l'utilisation, l'agrément et le contrôle des produits phytosanitaires. Malheureusement lesdits documents législatifs sont très peu diffusés et mal connus du public, ce qui se traduit par la circulation de certains produits contenant des matières actives incriminées. De nombreuses actions ont été entreprises pour contrôler l'importation et l'utilisation de pesticides contenant des matières actives dangereuses. Le cadre réglementaire, bien que très large, souffre de la définition des conditions de gestion au niveau de toute la filière (stockage primaire, transport, stockage secondaire, utilisation et élimination des contenants).

En 2008, le Sénégal, avec les autres pays de l'OMVS, a adhéré à l'harmonisation des règles d'homologation des pesticides dans l'espace CEDEAO. Ces réglementations s'appliquent à toutes les activités liées aux essais, à l'autorisation, au commerce, à l'utilisation et au contrôle des pesticides et des biopesticides dans les États membres. Cette disposition générale a pour objet de :

- Protéger les populations et l'environnement Ouest Africain contre les dangers potentiels de l'utilisation des pesticides ;
- Faciliter le commerce intra et inter-états des pesticides, à travers la mise en place de règles et de principes acceptés de commun accord au niveau régional pour démanteler les barrières commerciales ;
- Faciliter l'accès convenable et à temps des pesticides de qualité aux paysans ;
- Contribuer à la création d'un climat propice à l'investissement privé dans l'industrie des pesticides ;
- Promouvoir le partenariat Public-Privé.

Les précautions à prendre pour protéger les cultures contre les ravageurs doivent s'adosser sur les contextes spécifiques (situation géographique, savoirs endogènes...) de chaque pays.

Au niveau régional, l'Unité Africaine (UA) appuie la Convention de Rome à travers le Conseil Phytosanitaire Inter-africain (CIP). Cette Commission régionale soutient les États membres de l'UA à travers les actions suivantes :

- Établir une liste des plantes dont l'importation est soumise ou non à un contrôle ;
- Identifier des mesures pour limiter ou éliminer l'expansion des ennemis des cultures en Afrique ;
- Aider à établir ou mettre à jour la législation phytosanitaire dans chaque État membre ;
- Contribuer à la formation du personnel au profit des services nationaux de protection des végétaux.

Concernant la Gestion des Pesticides, toutes les conventions citées ci-dessous ont été ratifiées, mais leur traduction dans la législation nationale n'a pas eu pleinement des effets escomptés. Il s'agit notamment :

- de la Convention phytosanitaire pour l'Afrique ;
- du Protocole de Montréal ;
- de la Convention de Bamako sur les déchets dangereux ;
- de la Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (CIPV) ;
- du Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution en cas de situation critique ;
- de la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POP) ;
- du Code International de Conduite pour la Distribution et l'Utilisation des Pesticides ;
- du Code d'Éthique sur le commerce international de produits chimiques ;
- du Code International de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides FAO ;
- de la Convention de Rotterdam sur le Principe d'Information et de Consentement Préalable (PIC) ;
- des Normes Internationales pour les Mesures Phytosanitaires (NIMP) FAO ;
- des Directives de Londres applicables sur les échanges de renseignements sur les produits chimiques qui font l'objet de commerce international UNEP/GC/17 ;
- du Règlement Sanitaire International de l'OMS sur les POP (l'aldrine, la dieldrine, le chlordane, l'endrine, l'heptachlore, l'hexachlorobenzène, le mirex, le toxaphène, le DDT et les PCB) qui vise, entre autres, à protéger la santé humaine et environnementale.

Les tableaux en annexe 7 et 8 montrent quelques textes réglementaires ainsi que des conventions et protocoles liés à la gestion des produits phytosanitaires.

### **6.2.2. A l'échelle nationale**

Plusieurs textes sont élaborés par le Sénégal concernant la gestion, l'utilisation, l'agrément et le contrôle des produits phytosanitaires. Malheureusement lesdits documents législatifs sont très peu diffusés et mal connus par le public. Ceci se traduit par la circulation de certains produits contenant les matières actives incriminées. Différentes actions ont été menées en vue de contrôler l'importation et l'utilisation de pesticides contenant des matières actives dangereuses. Le cadre réglementaire bien que très étoffé, souffre de la définition des conditions de gestion au niveau de toute la filière (stockage primaire, transport, stockage secondaire, utilisation, élimination des contenants...). Le cadre juridique national applicable en matière de pesticide et de vecteurs est marqué par plusieurs textes. La liste est présentée ci-après :

- la loi n°2001-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'environnement, constitue la base de la législation environnementale au Sénégal. Les articles L. 9 à L 57 du Code de l'environnement sont relatifs à la prévention et à la lutte contre la pollution ;
- le code des collectivités locales (actuelles collectivités territoriales) : les attributions des collectivités locales dans la gestion de l'environnement sur leurs territoires sont fixées par la loi n° 96-06 du 22 mars 1996 portant Code des collectivités locales, la loi n° 96-07 du 22 mars 1996 portant Transfert des compétences environnementales aux collectivités locales et le décret n° 96-1134 du 27 décembre 1996. Ces textes précisent que « la collectivité locale gère l'environnement dans son périmètre » ;
- le Code de l'hygiène : La loi n° 83-71 du 5 juillet 1983 portant Code de l'Hygiène réglemente essentiellement l'hygiène individuelle publique ou collective et l'assainissement du milieu. La loi définit, entre autres, les règles d'hygiène applicables aux habitations, aux installations industrielles, aux voies publiques et au conditionnement des déchets ;
- la loi n° 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'eau prévoit les différentes dispositions prévues permettant de lutter contre la pollution des eaux tout en conciliant les exigences liées notamment à l'alimentation en eau potable et à la santé publique, à l'agriculture, à la vie biologique du milieu récepteur et de la faune piscicole, à la protection des sites et à la conservation des eaux ;

- la réglementation des pesticides est basée sur la loi n°84-14 du 02 février 1984 relative au contrôle des spécialités agro pharmaceutiques et des spécialités assimilées et le décret n°84-503 du 02 mai 1984 portant application de ladite loi, constituent le seul texte national qui prend en charge de façon globale les conditions de gestion des pesticides au niveau de toute la filière (importation, stockage, transport, utilisation, élimination des contenants, etc.).

Il faut aussi noter l'arrêté n°47- 47 du 22 avril 1971 portant réglementation des emballages utilisés pour le conditionnement des pesticides agricoles formulés au Sénégal. D'autres arrêtés avaient été pris dans le cadre de la gestion des pesticides au Sénégal. Il s'agit de :

- l'Arrêté n°05381 du 20 mai 1985 qui fixe la composition et les règles d'organisation de la Commission Nationale d'Agrément des Spécialités Agro pharmaceutiques et des Spécialités Assimilées ;
- l'Arrêté ministériel n°10777 du 4 août 1992 portant création d'une intermédiaire de recettes au Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique relative au contrôle des spécialités Agro pharmaceutiques et des Spécialités Assimilées ;
- l'Arrêté n°000149 du 11 janvier 1994 portant nomination du gérant de la régie des recettes intitulée Contrôle des Spécialités Agro pharmaceutiques et des Spécialités Assimilées ;
- l'Arrêté interministériel n° 10390 du 02 décembre 1994 fixant le montant de la redevance relative à l'agrément des Spécialités Agro pharmaceutiques et des Spécialités Assimilées.

Avec l'arrêté qui a mis en place la Commission Nationale d'Agrément, les trois autres arrêtés devraient assurer et compléter le bon fonctionnement de la structure chargée d'homologuer les pesticides au Sénégal. D'autres textes traitent en partie des pesticides. Il s'agit :

- de l'Arrêté primatorial n°005161 du 26 mai 1995 (commission nationale pour le développement durable) ;
- de l'Arrêté ministériel n°000852 du 08 février 2002 (commission nationale de gestion des produits chimiques) ;
- du Catalogue des normes sénégalaises Edition 1996 (norme sur les résidus de pesticides);

- de l'Arrêté ministériel n°3504/MEA en date du 09 mai 2001 portant création d'un « Comité National de suivi du programme de promotion de la qualité intrinsèque (résidus de pesticides) des fruits et légumes à l'exportation » ;
- du Projet de décret réglementant l'utilisation des agents de lutte biologique et des biopesticides ;
- de l'Arrêté Ministériel n°15 850 MCIA du 08 novembre 1966 relatif au contrôle du conditionnement et de la commercialisation des produits maraîchers et horticoles ;
- de l'Arrêté n°4747 du 22 avril 1971 portant réglementation des emballages utilisés pour le conditionnement des pesticides agricoles formulés au Sénégal ;
- de l'Arrêté interministériel n°8322 du 07 août 1973 définit les pesticides à usage agricole ou ménager et prévoit que ces pesticides ne pourront être vendus, mis en vente ou distribués au Sénégal que s'ils ont fait l'objet d'un enregistrement ;
- de la Loi 84-14 du 02 février 1984 relative au contrôle des spécialités agro pharmaceutiques et des spécialités assimilées ;
- du Décret 84-503 du 02 mai 1984 portant application de la loi 84-14 du 02 février 1984 relative au contrôle des spécialités agro pharmaceutiques et des spécialités assimilées ;
- projet de loi portant sur la gestion des pesticides, des produits chimiques dangereux et d'autres produits assimilés ;
- du Projet de décret devant abroger et remplacer le décret n° 60-121 du 10 mars 1960 fixant le contrôle phytosanitaire au Sénégal ;
- du « Code International de Conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de la FAO » de 2002.

### **6.3. Cadre institutionnel de gestion des pesticides au Sénégal**

La gestion des ravageurs et des pesticides implique un certain nombre d'acteurs des secteurs public et privé, dont les rôles et les modes de participation ont des impacts qui peuvent affecter différemment l'efficacité de la gestion au niveau environnemental et sanitaire. L'ossature institutionnelle de gestion des pesticides du Sénégal repose sur les trois Ministères que sont : le Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural, le Ministère de la Santé et de l'Action Social et le Ministère de l'Environnement, du Développement durable et de la Transition écologique.

#### **6.3.1. Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural**

La structuration institutionnelle s'adosse sur deux échelles d'intervention : nationale et régionale.

Au niveau national, la Direction de la Protection des Végétaux (DPV) et des structures d'intervention décentralisées telles que les Directions Régionales de Développement Rural (DRDR). Au niveau régional, les DRDR sont divisées en Services dont le Service de la Protection des Végétaux qui sont en relation avec les acteurs du secteur agricole. Dans la même lancée, les sociétés régionales de développement rural interviennent dans le renforcement des capacités des acteurs.

L'ANCAR est chargée de la vulgarisation des techniques et technologies au niveau du monde paysan. L'ANCAR, en partenariat avec la DPV, les DRDR, la SODEFITEX, le CNCR, la SODAGRI, la SAED, le CERES-Locustox, organise des sessions de formation et de vulgarisation à l'attention des producteurs dans beaucoup de domaines qui varient de la reconnaissance des parasites, à la prospection et à la pulvérisation phytosanitaire. Ces sessions de formation sont axées sur les dangers des pesticides envers l'homme et l'environnement, sur l'importance du port d'Équipement de Protection Individuelle (EPI) contre les pesticides, sur les dosages des pesticides, les conditions techniques nécessaires et préalables à l'épandage des pesticides, etc.

D'autres acteurs gravitent autour du Ministère chargé de l'Agriculture pour assurer, chacun en ce qui le concerne les prérogatives assignées et une gestion rationnelle des pesticides (contrôle, sécurité des populations). Il s'agit notamment du Ministère des Finances avec la Direction Générale des Douanes qui est chargé du contrôle de l'entrée et de la sortie des produits chimiques. La Direction de la Protection Civile sous tutelle du Ministère de l'Intérieur est chargée de la répression, de la lutte et du contrôle des substances toxiques et dangereuses et des risques d'exposition des citoyens.

### **6.3.2. Ministère de la Santé et de l'Action Sociale : Service National de l'hygiène**

Le Service national d'hygiène est opérationnel notamment pour la lutte contre les vecteurs des maladies (paludisme, schistosomiase...). Des services régionaux sont opérationnels dans les régions. Ces services techniques étatiques assurent des rôles régaliens d'encadrement, d'appui conseil, de suivi, de réglementation et d'intervention d'urgence ou préventive. Le service d'hygiène est aussi un utilisateur des produits phytosanitaires. Les distributeurs assurent la distribution mais aussi l'appui-conseil des usagers en général et des producteurs en particulier.

Sis au CHNU de Fann, le Centre Anti Poison est un service rattaché à la Direction générale de la Santé.

Il a pour mission :

- d'assurer la prévention des intoxications et les maladies causées par les aliments et les xénobiotiques, notamment les produits de santé, les pesticides, les produits ménagers, les produits industriels et les plantes ;
- d'assurer l'amélioration de la prise en charge médicale et la surveillance de son effet sur la santé.

Le Centre Anti Poison est chargé :

- de mettre en place une banque de données des produits chimiques utilisés au Sénégal et les risques associés ainsi que leur mise à jour ;
- d'assurer la surveillance des intoxications, leurs effets sur la santé et l'utilisation professionnelle et domestique des pesticides et de tout autre produit chimique ;
- d'assurer une réponse journalière des urgences toxicologiques et autres demandes d'informations toxicologiques ;
- d'assurer l'expertise auprès des autorités en cas d'incidents chimiques et microbiologiques présentant un danger direct ou indirect pour la santé publique ;
- de recueillir et d'analyser les informations sur les cas et expositions toxicologiques et microbiologiques à des fins épidémiologiques ;
- d'assurer la toxico-vigilance et la surveillance des risques toxiques ;
- de participer à la mise en place d'un système de détection, d'évaluation et de prévention des effets indésirables de tout produit de santé dangereux introduit dans la population humaine et animale ;
- de contribuer dans l'enseignement, la formation du personnel de santé et la recherche en toxicologie clinique ;
- d'assurer une éducation sanitaire de la population sur les risques liés à l'utilisation des produits chimiques et à l'alimentation.

### **6.3.3. La Direction de la Protection des Végétaux (DPV)**

Sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural (MAER), la Direction de la Protection des Végétaux (DPV) est chargée globalement de prévenir l'introduction d'organismes nuisibles dans le pays et de combattre ceux présents sur le territoire de façon à contribuer et à augmenter la production agricole nationale tout en préservant l'environnement et la santé des producteurs et des consommateurs. Il s'agit aussi de contrôler la qualité des produits d'origines végétales.



Dans le cadre de sa mission de surveillance et de lutte contre les ennemis des cultures, la DPV a un rôle fondamental à jouer dans la réussite des programmes agricoles du Sénégal.

Elle a développé une stratégie d'intervention qui s'arrime sur huit (08) bases de surveillance et d'alerte (BSA) agricole précoce (Richard Toll, Nganda (Kaffrine), Kolda, Notto (Thiès), Sokone, Missirah (Tambacounda), Dahra (Louga) et Ogo (Matam)), couvrant l'ensemble du territoire national. Cette stratégie lui permet d'effectuer des interventions phytosanitaires rapides et rationnelles.

Les Bases de Surveillance et d'Avertissement agricoles sont chargées en rapport avec la Division des Avertissements agricoles, dans le cadre de leurs zones agroécologiques respectives ; de la surveillance des populations de ravageurs des cultures à travers des activités de prospection et de recherche-application; du développement de procédés de lutte intégrée participative contre les déprédateurs ; du lancement des avertissements agricoles au profit des producteurs. À cela s'ajoute les 09 Postes de Contrôle Phytosanitaire de Qualité (PCQ) à savoir au niveau de l'aéroport Léopold Sédar Senghor, le port autonome de Dakar ; les frontières terrestres (Kidira, Tambacounda, Rosso, Kaolack, Sénoba, Ziguinchor et Diaobé). La surveillance des nuisibles (oiseaux, criquets, rongeurs, mouches des fruits et ravageurs autochtones ou transfrontaliers migrants) est assurée au niveau des BSA qui opèrent dans les zones écologiques frontalières et à l'intérieur du pays.

#### **6.3.4. La Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC)**

Sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, du Développement durable et de la Transition Écologique, la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC) est chargée de la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière d'environnement, notamment de la protection de la nature et des populations contre les pollutions et les nuisances. La DEEC dispose d'une Division de Contrôle des Pollutions et Nuisances (DCPN). Cette division a pour missions essentielles :

- de prévenir et de réduire les pollutions et nuisances dues aux activités industrielles, agricoles, commerciales et sociales, entre autres ;
- d'assurer la surveillance des milieux récepteurs ;
- de mettre en place et d'assurer le suivi d'un cadre approprié pour une gestion écologiquement rationnelle des produits chimiques et des déchets ;
- de donner des avis techniques sur toutes les questions relatives aux pollutions et aux produits potentiellement polluants.

Concernant les contraintes dans l'exécution de leurs missions, à l'image de beaucoup de structures étatiques, les dispositions logistiques et les faibles ressources financières de fonctionnement ne leur permettent pas de jouer pleinement leur rôle.

### **6.3.5. La Commission Nationale de Gestion des Produits Chimiques au Sénégal**

Au niveau national, on note la mise en place d'un organe multisectoriel de gestion des pesticides : la Commission Nationale de Gestion des Produits Chimiques au Sénégal. Cette structure est chargée :

- de proposer les principes et orientations générales de la réglementation des pesticides;
- d'arrêter une liste des pesticides à emploi interdit ;
- de proposer toutes les mesures susceptibles de contribuer à la normalisation, à la définition et à l'établissement des conditions et modalités d'emplois des pesticides ;
- d'émettre un avis sur les demandes d'importations ou d'agrément. Ainsi, un avis consultatif est émis sur toutes les requêtes relatives à la gestion des pesticides et doit assurer le suivi environnemental y afférent avec l'appui du laboratoire de la Fondation CERES/Locustox.

Aussi, le pesticide doit disposer d'une Attestation Provisoire de Vente ou d'un certificat d'homologation du CSP/CILSS pour son importation sur le territoire national. Plusieurs structures et institutions y sont membres dont certains ont un rôle de contrôle des résidus de pesticides comme par exemple les laboratoires et d'autres des rôles de prévention, de surveillance des impacts des pesticides (risques liés à l'environnement, à la santé des travailleurs agricoles, qualité des aliments etc.), de vulgarisation des résultats de la recherche des laboratoires et de formation, information et communication.

### **6.4. Les institutions de contrôle des pesticides**

Au Sénégal, il existe un certain nombre de laboratoires équipés et adaptés pour un contrôle de qualité, d'analyses résiduelles, de Formation et de Recherche. Cependant, il n'existe pas de laboratoire au niveau des structures étatiques, destiné à l'analyse et au contrôle de la qualité des pesticides distribués. Par exemple, au niveau des entrepôts de stockage, on utilise des insecticides de contact rémanents pour désinsectiser les grains stockés. Mais, ces insecticides de contact peuvent laisser sur les grains des résidus que l'on retrouve dans les produits transformés. La réglementation oblige à rester en dessous des limites maximales de résidus (LMR) dans les grains. L'analyse des produits transformés par des structures certifiées prend alors tout son sens.

#### **6.4.1. Le laboratoire d'Analyse de Résidus de la Fondation CERES/Locustox**

Le Laboratoire d'Eco toxicologie et de Phytopharmacie intervient dans l'analyse des résidus de pesticides, dans les études éco toxicologiques et la formation. Il est installé à la Direction de la Protection des Végétaux et abrite le Centre de Recherche en Ecotoxicologie du Sahel qui joue un rôle important dans l'homologation des pesticides du CSP, du CILSS et sur les normes de résidus de Pesticides des produits Horticoles destinés à l'exportation. Le Centre Régional de Recherches en Ecotoxicologie et Sécurité Environnementale (CERES) est une structure de droit privée, reconnue d'utilité publique avec un conseil de Fondation dans lequel l'État, les organisations de producteurs et la société civile sont représentés. Il dispose aussi d'un Comité scientifique de niveau international veillant sur la qualité et l'orientation scientifique de ses activités. Ce statut lui confère une autonomie de gestion indispensable à un laboratoire d'analyse. Ce centre de Recherche en Ecotoxicologie du Sahel intervient dans l'homologation des pesticides et le montage de dossier pour des demandes de tolérance import.

#### **6.4.2. Laboratoire de Chimie Analytique et de Toxicologie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar**

Ce laboratoire entreprend des analyses relatives à la microbiologie, aux résidus des pesticides, aux métaux lourds en eau potable, aux aliments, aux sols, à la mycotoxine et aux déchets industriels.

#### **6.4.3. Laboratoire de Pharmacie Toxicologique de l'Ecole Inter-État des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar**

Ce laboratoire mène les mêmes activités que le laboratoire de Chimie Analytique et de Toxicologie de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), notamment dans le domaine animal.

### **6.5. Gestion et contrôle de l'utilisation et de la distribution des pesticides**

La surveillance des bioagresseurs (oiseaux, criquets, rongeurs, mouches des fruits, ravageurs autochtones ou transfrontaliers migrants etc.) est assurée au niveau des BSA qui opèrent dans les zones écologiques frontalières et à l'intérieur du pays. Le contrôle de la conformité des pesticides par rapport à leur étiquette est l'un des contrôles dits prioritaires. Mais, il manque à l'image du pays, dans toute la Basse Casamance, les infrastructures nécessaires pour la réalisation de ce contrôle.

S'agissant du contrôle frontière, la présence des agents de la protection des végétaux n'est pas systématique.

Les motifs sont inhérents à la faiblesse numérique du personnel disponible et à l'absence de logistiques adéquates. Le contrôle des revendeurs souffre des mêmes contraintes, bien que des actions ponctuelles soient entreprises. Ces revendeurs ne sont pas répertoriés et le manque d'agrément ou d'autorisation de vente est toléré. Les services de la DPV dénombrent :

- la présence des pesticides interdits (endosulfan, Dichlorvos) ;
- la présence des pesticides non conformes à l'étiquetage ;
- la présence des pesticides périmés et non homologués ;
- la distribution des pesticides par des vendeurs ambulants ;
- le reconditionnement inapproprié.

Au Sénégal, le corps de santé a bénéficié de formation grâce à l'appui du Projet Africain de Lutte d'Urgence contre le Criquet Pèlerin (AELP). Il s'agit de :

- poursuivre ces efforts et d'impliquer les industriels (SPIA, SENCHIM, SOCHIM etc.) à préparer des formulations moins toxiques en conformité avec les normes de pureté, d'efficacité, de stabilité et d'innocuité ;
- proposer des étiquettes, notamment en langues locales, conforme au système SGH ;
- proposer des emballages non réutilisables ou leur destruction dans les appels d'offres comme un élément de plus à considérer dans la notation de l'offre technique.

Le Sénégal a consenti d'énormes efforts dans la gestion et le contrôle des pesticides qui méritent d'être améliorés, comparativement à la politique internationale mise en place (voir le tableau en annexe 9).

## **6.6. Approche de gestion des bioagresseurs et pesticides en agriculture**

L'abondance des populations de ravageurs est le résultat d'interactions dynamiques entre l'environnement biotique et abiotique qui se déroulent sur des étapes temporelles et spatiales qui dépassent souvent des cycles de culture (variabilité pluriannuelle) ou la seule parcelle cultivée (paysage). Le paysage, en constante interaction avec les processus écologiques qui s'y déroulent, est le résultat des dynamiques environnementales et sociales qui s'y développent.

En ce sens, nous considérons que le contexte est le niveau d'analyse approprié pour une approche holistique de l'action, c'est-à-dire des actions collectives en termes de lutte contre les envahisseurs, leurs effets sur le système biologique cible et leurs effets externes, pour une gestion durable de la production (Clouvel *et al.* 2013).

Les activités agricoles peuvent affecter l'abondance des populations de bioagresseurs en agissant sur le milieu, en perspective d'une suppression sur les espaces concernés (le champ cultivé, le verger), par des moyens chimiques (traitements insecticides), biotechnique (pièges à phéromones), moyens biologiques (par exemple, libération de parasitoïdes) ou mécaniques (filets anti-insectes, travail du sol). Les pratiques agricoles peuvent également affecter l'abondance des populations de bioagresseurs en agissant sur le paysage (agencement spatial des cultures, arbres etc.), considéré comme un habitat en mosaïque, visant à corriger les bioagresseurs sur les zones concernées (la plantation, le bassin de production), par la modification de la quantité et de la qualité des ressources pour les bioagresseurs, ou par une mobilisation accrue des populations d'ennemis naturels (Clouvel *et al.* 2013). Burel *et al.* (2000) ont montré l'intérêt de l'étude du paysage afin d'assurer la gestion des populations d'insectes au niveau des exploitations, mais en même temps, ils soulignent la difficulté du travail en raison de la variété des réponses face à une situation donnée et des caractéristiques du milieu.

Dans le cas de la gestion des bioagresseurs, l'objectif est donc d'arriver à optimiser le système en maximisant les capacités de régulations naturelles et de résilience de l'agroécosystème pour gérer durablement les populations de ravageurs. Par l'action de l'agriculteur, on cherche donc à anticiper sur les variations des flux d'organismes vivants, nuisibles ou utiles et à contrôler ces flux. Dans cet élan, Gurr *et al.* (2003) parlent alors d'approches ascendantes ou «*bottom-up*» qui consistent à utiliser les caractéristiques de la plante hôte pour limiter le développement des ravageurs et leurs dégâts et d'approches descendantes ou «*top-down*» qui consistent à stimuler les populations d'ennemis naturels. La première consiste à organiser un système de culture, qui évite le ravageur, qui est plus robuste face à une attaque, entraînant ainsi moins de pertes de production. La deuxième consiste à utiliser la biodiversité non cultivée afin de favoriser les ennemis naturels autour des parcelles et repose majoritairement sur l'utilisation de pratiques agricoles locales, dans un paysage. La gestion des habitats semi-naturels et des aménagements paysagers autour des parcelles permettant de favoriser le développement et l'impact des auxiliaires (Gurr *et al.* 2003).

### **6.7. Stratégies de gestion des risques agricoles**

Dans son rapport de 2001 sur le développement dans le monde, la Banque Mondiale distingue les pratiques de réduction des risques «*risk reduction*» et celles d'atténuation des risques «*risk mitigation*».

Cette distinction peut nous guider vers une séparation classique d'action *ex-ante* vs *ex-post*. Selon Lallau (2008), dans une situation *ex-ante*, plusieurs actions ou pratiques conduisent à des stratégies de gestion des risques avant même qu'ils n'existent. Tout d'abord, les individus peuvent se prémunir contre les conséquences du risque par l'assurance et l'épargne. De plus, et à travers les opportunités que certains essaient de saisir, ils peuvent essayer de réduire les risques, grâce à une variété de méthodes, telles que la diversification des activités agricoles, la gestion des pratiques associées (association et rotation des cultures) ou par une dispersion géographique des parcelles. Ces stratégies clés peuvent aider les individus à réduire leur niveau de risque (Mghirbi, 2016). Cependant, en situation *ex-post*, après un risque survenu, les personnes sont en face d'une phase critique et trop délicate caractérisée par un épuisement des différentes dotations en capital. En termes d'opportunité, face au choc, diversifier les activités est le seul moyen de faire face aux difficultés qui se présentent. Dans le cas extrême où les exploitants agricoles n'ont ni le pouvoir ni les moyens d'éviter le risque qui s'est présenté, une rupture provoque «*la modification parfois radicale de leurs activités productives et de leur mode de vie*» (Lallau, 2008). La résilience entre ainsi dans le cadre d'une politique de gestion des risques qui illustre la jonction établie entre vulnérabilité et résilience.

En effet, l'évolution de la vulnérabilité à la résilience évoque en particulier un changement radical d'approche de la gestion des risques (Djament-Tran *et al.* 2011 ; Reghezza-Zitt *et al.* 2012). Certes, pour mettre en évidence ces stratégies de gestion des risques, l'implication du concept de résilience devient de plus en plus nécessaire pour réussir la progression et l'application de ces stratégies.

### **6.8. Gestion des risques liés aux pesticides**

Dans leur article intitulé «*Produits pharmaceutiques et protection intégrée des végétaux*», Pingault *et al.* (2009) présentent l'utilité de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) pour mesurer l'intensité de l'usage des pesticides et évaluer les politiques publiques mises en place pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, ce qui contribue à réduire l'impact de ces produits sur la santé humaine et l'environnement. Pour gérer les risques liés aux pesticides, il faut d'abord connaître le cycle de vie du produit commercialisé et appliqué par les différents utilisateurs, notamment les agriculteurs.

En effet, les risques environnementaux et sanitaires des produits phytosanitaires sont toujours présents en amont de l'exploitation (production, transport et stockage), au sein même de l'exploitation par le remplissage du produit dans un pulvérisateur, l'application sur la parcelle et lors de l'élimination des déchets, jusqu'en aval en marquant la présence de résidus de pesticides dans différents compartiments de l'environnement (eau, air, sol) et sur les produits agricoles exclusivement destinés à la consommation (Mghirbi, 2016). Il existe deux stratégies différentes pour faire face à ces risques et agir pour les réduire. La première comprend une évaluation des risques associés à chaque produit phytosanitaire, notamment les matières actives, et une analyse des risques associés à l'utilisation de ces produits et pratiques phytosanitaires. En effet, pour intervenir au niveau du risque associé aux pesticides, il est indispensable d'évaluer le risque de toxicité de chaque matière active. D'une part, au niveau de la santé publique, il est essentiel de savoir comment l'exposition humaine dangereuse à chaque substance active entraîne des risques pour chaque produit, ainsi que des résidus de pesticides dans les plantes et les produits transformés destinés à la consommation. En revanche, au niveau environnemental, l'évaluation du risque de toxicité pour la faune et la flore repose sur l'étude du devenir de chaque substance active et de leur comportement dans les différents compartiments de l'environnement. L'évaluation du risque de toxicité pour l'environnement repose également sur l'analyse des propriétés physico-chimiques et de la toxicité écotoxicologique de chaque substance.

Une étude de risque des matières actives doit être accompagnée d'une autre étude portant sur le produit commercial (c'est-à-dire la mise sur le marché des pesticides) ainsi que sur les conditions d'utilisation des produits de contrôle Phytosanitaire : mode d'emploi, Délai Avant Récolte (DAR), nombre d'applications autorisées pendant la saison agricole, protection individuelle lors de l'application, zones non traitées (ZNT), etc. (Pingault *et al.* 2009). La deuxième stratégie consiste à agir sur les pratiques phytosanitaires pour réduire les risques liés à l'utilisation des pesticides. Aubertot *et al.* (2005) indiquent que 90 % des matières actives vendues en France sont utilisées par les agriculteurs. Ainsi, l'action basée sur les pratiques agricoles, notamment l'utilisation de produits phytosanitaires par les agriculteurs, représente une préoccupation majeure dans la gestion des risques liés aux pesticides, qui conduira aux trois objectifs suivants (Pingault *et al.* 2009) :

- réduire l'exposition des applicateurs, en limitant la fréquence de contact avec les pesticides, avec l'usage des EPI et par des comportements appropriés ;

- réduire les contaminations ponctuelles dues à des accidents ou à une mauvaise utilisation et application des produits ainsi que l'organisation de la collecte des emballages et des produits phytosanitaires non utilisés ou périmés ;
- réduire les pollutions diffuses d'origine agricole liées aux pratiques phytosanitaires, en diminuant l'utilisation de pesticides pour limiter le transfert de substances actives dans le milieu naturel, notamment vers les eaux de surface et souterraines.

La réduction de l'utilisation des pesticides crée non seulement un changement dans les pratiques agricoles, mais peut également atteindre une cohérence des systèmes de production, les produits phytosanitaires étant considérés comme un élément essentiel pour maîtriser les risques phytosanitaires (Aujas *et al.* 2011). Globalement, l'étude sur la réduction de l'utilisation des pesticides par Aujas *et al.* (2011) et l'enjeu du conseil aux agriculteurs, permettent de distinguer certaines solutions et conduisent à réduire l'utilisation des pesticides et aboutissant à de bonnes pratiques phytosanitaires, telles que celles préconisées par les conseillers-vendeurs précisant le mode d'application du produit (date d'application et la dose), tandis que d'autres préconisent de réduire la fréquence des traitements (mesure et évaluation de l'IFT) en sélectionnant des variétés résistantes aux maladies et en modifiant les seuils d'intervention.

### **6.9. Prise de décision et gestion des risques sur une exploitation agricole**

Le processus décisionnel peut être résumé en trois grandes étapes : la recherche d'informations, la conception des outils ou des méthodes et le choix des solutions (Simon 1960 ; Sprague et Carlson, 1982 ; Turban 1995 ; Matsatsinis et Siskos, 2003).

La phase de recherche d'informations consiste à l'identification des problèmes à résoudre, les questions et les objectifs du décideur (Simon 1960 ; Sprague et Carlson 1982 ; Matsatsinis et Siskos, 2003). La deuxième appelée *design phase* en anglais, vise à proposer des alternatives et à développer le cadre conceptuel de l'outil ou de la méthode à construire (Simon, 1960 ; Sprague et Carlson, 1982 ; Matsatsinis et Siskos, 2003), tandis que l'étape finale (*choice phase*) se caractérise par le choix de la meilleure solution ou décision satisfaisante parmi les actions alternatives mentionnées précédemment. Selon Roy (2000), l'aide à la prise de décision peut contribuer à structurer et à organiser le processus du même nom dans le cadre d'une démarche constructive de réalisation par la mise à disposition de moyens tels que des modèles conceptuels et des procédures d'optimisation, entre autres. Ainsi, ces moyens contribuent à renforcer la cohérence entre la décision et les objectifs des acteurs impliqués dans le processus décisionnel (Roy, 2000).



L'aide à la prise de certaines décisions concernant la maîtrise des pollutions diffuses à l'échelle territoriale, nécessite l'identification des facteurs de risque associés au système de transmission des contaminants. En plus de cette analyse, il est important d'apporter des solutions compatibles avec le développement local du territoire. Les enjeux de l'agriculture peuvent se poser à différentes échelles : enjeux techniques liés aux cultures, enjeux économiques des exploitations agricoles et des filières et enjeux environnementaux et socio-économiques du territoire (Delmotte, 2011).

L'environnement et les pressions phytosanitaires dans les zones humides ont fait l'objet de nombreuses recherches portant sur des stratégies et des situations particulières sur le lien entre l'agriculture et l'environnement (Butault *et al.* 2010 ; Butault *et al.* 2011 ; Salah, 2012 ; Ayadi, 2013).

En outre, l'aide à la prise de décision des agriculteurs pour la réduction des pollutions diffuses n'a pas été bien développée du point de vue technico-économique (Mghirbi, 2016).

En agriculture, la gestion des risques peut s'effectuer par une meilleure sélection des pratiques et techniques de production, la combinaison des productions (diversification des activités), les techniques de traitement et de fertilisation et l'irrigation, entre autres. En effet, le risque influe sur le comportement et la prise de décision d'un agriculteur. De plus, la réduction de l'usage des produits phytosanitaires toxiques et l'orientation des agriculteurs vers des pratiques culturales moins dégradantes pour l'environnement et la santé humaine doivent être étudiées et analysées sérieusement au préalable (Mghirbi, 2016).

#### **6.10. Stratégies développées chez les exploitants agricoles pour limiter l'usage des pesticides dans l'agriculture**

Dans cette rubrique, la question du risque environnemental et sanitaire est cruciale. Dans cette dynamique, nous avons essayé de passer au crible les stratégies mises en place par les exploitants agricoles pour limiter l'usage des pesticides. Ainsi, les réponses recueillies sur cette question lors de nos enquêtes, nous ont permis de faire l'état des préoccupations des exploitants agricoles. Les résultats obtenus révèlent un rapprochement des avis chez les exploitants agricoles des villages étudiés. Il s'agit d'un discours de prise de conscience des risques environnementaux et sanitaires causés par les pesticides.

Si certains exploitants agricoles soutiennent qu'il n'y a aucune stratégie (45,33%) pour limiter l'usage des pesticides dans les localités comme Colomba, Madina Daffé et Macouda, d'autres par contre pensent qu'il existe des alternatives comme des biopesticides, et qu'il faut promouvoir la sensibilisation et la formation pour un changement de pratiques. Ces propos sont plus notés chez nos interlocuteurs (30%) de Kabadio, Madina Birassou et Mahmouda II. Les mêmes avis se retrouvent pratiquement chez beaucoup d'exploitants agricoles (24,7%) de Diannah, Katak et Coubanack. De plus, dans ces terroirs villageois, l'usage rationnel des pesticides ainsi que des plantes pesticides sont aussi proposés comme solutions pour limiter les risques. Les discours d'abandon et d'interdiction de l'usage des pesticides dans l'agriculture sont aussi notés. Des propos presque similaires sont présents à Dombondir où on évoque l'arrêt de l'usage des pesticides, mais aussi la diminution des doses appliquées (figure 47).

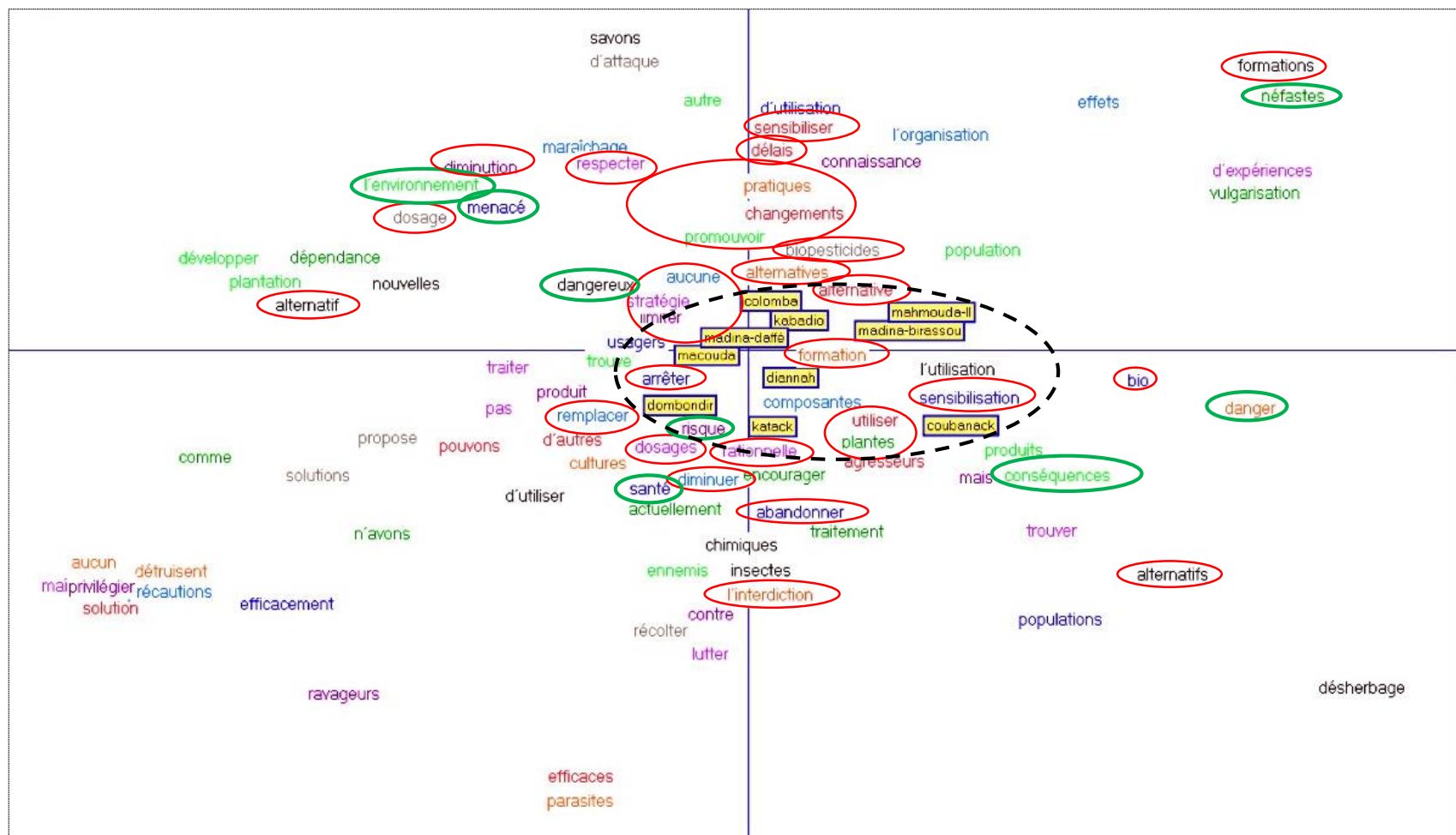


Figure 47: Organigramme issu de l'analyse factorielle des correspondances du tableau lexical des stratégies de limitation des pesticides utilisées par les exploitants agricoles des dix villages enquêtés en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Parmi les formes lexicales qui s’opposent sur les axes de l’analyse factorielle des correspondances (figure 47), l’expression « aucune stratégie » et le verbe « limiter », sont riches de sens. En effet, cette expression a été prononcée 81 fois chez les hommes contre 55 fois chez les femmes (figure 48). Cela pourrait s’expliquer par le fait que les femmes sont plus présentes dans l’exploitation maraîchère et qu’elles chercheraient plus à connaître les moyens de lutte contre les ravageurs de leurs cultures suite aux attaques fréquentes qu’elles subissent dans leurs jardins. Le taux élevé d’analphabètes dans notre échantillon ainsi que le manque de formation peuvent favoriser l’ignorance des stratégies de limitation des pesticides.

|  |        |   |
|--|--------|---|
| -- Partie : féminin, nombre de contextes : 55  |        |   |
| ux bio - agresseurs . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| r les biopesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| r les biopesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| ire le traitement . ¶¶¶¶¶\$ il n'y a           | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| plantes pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a           | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| n des biopesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| on de la population . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| -- Partie : masculin, nombre de contextes : 81 |        |   |
| tement des cultures . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sque des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie l'usage des pesticides . ¶¶¶¶       |
| produits chimiques . ¶¶¶¶\$ il n'y a           | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| 'usage des pesticides ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| plantes pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a           | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |
| sage des pesticides . ¶¶¶¶\$ il n'y a          | aucune | stratégie pour limiter l'usage des pesticides |

Figure 48: Répartition par sexe des exploitants agricoles ignorant les stratégies de limitation des pesticides dans les dix terroirs villageois-cibles, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### 6.10.1. L’usage des « plantes pesticides » : une stratégie communautaire de lutte contre les bioagresseurs

Le principal moyen de combattre les bioagresseurs repose essentiellement sur les pesticides de synthèse. Cependant, leur nocivité sur la santé humaine et l’environnement, en plus de la sélection de populations résistantes chez les bioagresseurs, imposent les acteurs à la recherche de solutions alternatives. Les plantes pesticides se présentent comme une alternative prometteuse dans le contexte ouest-africain (Yarou *et al.* 2017).

Dans les dix terroirs villageois étudiés, 16,33% des exploitants agricoles perçoivent les «plantes pesticides» comme une alternative de lutte contre les pesticides de synthèse. Cette solution a été prononcée 33 fois chez les femmes (11%), contre 16 fois chez les hommes (5,33%) (figure 49).

|  |         |  |
|--|---------|--|
| -- Partie : féminin, nombre de contextes : 33  |         |  |
| la sensibilisation et l'utilisation des        | plantes | pesticides pour faire le traitement des            |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser           |
| ricoles . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides que nous pouvons produire nous          |
| es . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut l'utilisation des      | plantes | pesticides et d'autres composantes pour            |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il n'y a aucune stratégie  |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il n'y a aucune stratégie  |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser           |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser           |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut la sensibilisation |
| -- Partie : masculin, nombre de contextes : 16 |         |  |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser           |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut la formation       |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il n'y a que les           |
| t l'utilisation des biopesticides et des       | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser           |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut la sensibilisation |
| paravant , donc retournons à l'usage des       | plantes | pesticides parce que personne n'est à l'abri       |
| néfastes des pesticides et utiliser les        | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il n'y a aucune stratégie  |
| sensibilisation des gens sur l'usage des       | plantes | pesticides , on ne court aucun risque en           |
| ticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut utiliser les      | plantes | pesticides . ¶ ¶ ¶ ¶ \$ il faut diminuer           |

Figure 49: Répartition par sexe des exploitants agricoles proposant les «plantes pesticides» comme alternative aux pesticides dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

Cette situation s'explique encore une fois par le fait que les femmes utilisent beaucoup les «plantes pesticides» dans le maraîchage, car elles n'ont pas souvent les moyens d'acheter les produits chimiques. Ainsi, ces «plantes pesticides» sont beaucoup plus utilisées dans les localités comme Diannah, Coubanack et Kabadio que dans les autres villages. Cependant, la plupart de ces plantes ne sont pas cultivées. Explorer les capacités biocides de plantes d'intérêt comme le genre *Ocimum*, connu pour ses usages thérapeutique, médicinal et alimentaire pourrait être intéressant pour les exploitants agricoles (Yarou *et al.* 2017).

### 6.10.2. Les «biopesticides» comme alternatives aux pesticides de synthèse

Les options alternatives aux pesticides de synthèse notamment la lutte biologique, la lutte intégrée et récemment l'usage des plantes pesticides ont connu de grands progrès dans la protection des cultures et des végétaux.

Aujourd'hui, chez certains agriculteurs, l'attention semble portée sur l'usage des biopesticides comme alternative plus viable que les pesticides chimiques. Ce concept désigne les pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire des organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (Rochefort *et al.* 2006). Dans cette étude, l'alternative des biopesticides est plus notée chez les hommes (14 fois) (4,66%) que chez les femmes (7 fois) (2,33%) (figure 50). C'est un terme qui revient plus chez nos interlocuteurs de Diannah et de Madina Birassou. La modeste utilisation de cette alternative peut être liée au coût jugé élevé de ces produits par les exploitants agricoles des terroirs villageois étudiés. Plusieurs raisons justifient le choix des biopesticides : ils restreignent ou éliminent l'usage des pesticides chimiques, sont moins toxiques que les pesticides chimiques, diminuent les risques de développer de la résistance, ont une plus grande spécificité d'action (Yovo, 2010). L'usage des biopesticides améliore la santé des exploitants agricoles et la qualité de l'environnement. Il n'exige pas de délai requis avant la récolte, offre des produits sains et de qualité aux consommateurs.

|  |               |  |
|--|---------------|--|
| -- Partie : féminin, nombre de contextes : 7   |               |  |
| ticides .                                      | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| ticides .                                      | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| - mêmes .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les biopesticides   |
| la sensibilisation sur l'utilisation des       | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| its bio .                                      | biopesticides | . il faut la formation des exploitants |
| ultures .                                      | biopesticides | . nous devons arrêter d'utiliser       |
| its bio .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les plantes         |
| -- Partie : masculin, nombre de contextes : 14 |               |  |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut la sensibilisation des       |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les biopesticides   |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut limiter l'utilisation        |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les biopesticides   |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut que les gens diminuent       |
| ticides .                                      | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| ultures .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les plantes         |
| rs .   | biopesticides | et des plantes pesticides .            |
| \$ il faut promouvoir l'utilisation des        | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| formés .                                       | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| ticides .                                      | biopesticides | . il faut utiliser les plantes         |
| fait la formation sur l'utilisation des        | biopesticides | . il faut la sensibilisation et        |
| la sensibilisation et l'utilisation des        | biopesticides | . n'y a aucune stratégie pour          |
| leur connaissance sur l'utilisation des        | biopesticides | . il faut la sensibilisation de        |

Figure 50: Répartition par sexe des exploitants agricoles proposant les biopesticides comme alternative des pesticides dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

### **6.10.3. La « formation » et la « sensibilisation » comme autres moyens pour limiter l'usage des pesticides**

L'efficacité des pesticides est reconnue au niveau de l'amélioration des rendements et dans la lutte contre les ravageurs, mais leur usage intensif est nocif sur la santé des agriculteurs, des consommateurs et sur l'environnement. Malgré les interpellations et préoccupations, nous constatons que les exploitants agricoles continuent toujours d'utiliser ces produits chimiques pour lutter contre les ravageurs. Cette situation suscite quelques questionnements : comment aider les exploitants agricoles à utiliser de façon rationnelle les produits chimiques dans leur production ? A qui incombe la responsabilité ? Mieux encore, quelles actions faut-il mener en faveur de ces agriculteurs en vue de leur fournir des informations appropriées pour faire face à l'usage des pesticides ? La réponse à ces interrogations suggère que les autorités étatiques continuent de mener des actions de formation, de sensibilisation et de communication auprès des exploitants agricoles pour une utilisation rationnelle des pesticides. C'est d'ailleurs l'une des solutions que préconisent nos interlocuteurs lors des enquêtes, citée 33 fois chez les hommes (11%) contre 25 fois chez les femmes (8,33%), pour la sensibilisation ; et 21 citations chez les hommes (7%) contre 11 fois chez les femmes (3,66%) pour ce qui est de la formation (figure 51). Cette perception est plus manifeste à Coubanack, Diannah et Kabadio que dans les autres villages. En réalité, le besoin de connaissances et de formation sur l'usage des pesticides se fait sentir chez les exploitants agricoles dans presque tous les villages.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>-- Partie : féminin, nombre de contextes : 11</p> <p>lantes pesticides . . . \$ il faut la<br/> sibilisation des gens et l'organisation de<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation , la<br/> les sur le danger des pesticides et leur<br/> des produits bio . . . \$ il faut la<br/> r rapport au danger des pesticides et la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la<br/> ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la</p> | <p>formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation</p>                   | <p>sur les changements de pratiques agricoles<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et<br/> des usagers . . . \$ nous ne pouvons<br/> et l'utilisation des plantes pesticides<br/> sur l'usage des produits bio . . . \$<br/> des usagers et l'utilisation des produits<br/> sur l'utilisation des produits bio . . .<br/> des exploitants agricoles . . . \$ il<br/> des exploitants agricoles . . . \$ il<br/> des usagers dans le cadre des changements<br/> de la population . . . \$ il n'y a aucune</p> |
| <p>-- Partie : masculin, nombre de contextes : 21</p> <p>. . . \$ il faut la sensibilisation et la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la<br/> les biopesticides . . . \$ il faut la<br/> ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> . . . \$ il faut la sensibilisation et la</p>   | <p>formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation<br/> formation</p>  | <p>des exploitants agricoles . . . \$ il<br/> des exploitants agricoles . . . \$ il<br/> des exploitants agricoles sur l'usage des<br/> des usagers . . . \$ il faut l'utilisation<br/> des exploitants agricoles . . . \$ il</p>  |
| <p>-- Partie : féminin, nombre de contextes : 25</p> <p>bio - agresseurs . . . \$ il faut la<br/> ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> lantes pesticides . . . \$ il faut la<br/> de la population . . . \$ il faut la<br/> ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> tion de formation . . . \$ il faut la<br/> ntre les insectes . . . \$ il faut la</p>   | <p>sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation</p>                      | <p>et l'utilisation des plantes pesticides<br/> de la population sur le risque des pesticides<br/> sur l'utilisation des biopesticides . . .<br/> et l'utilisation des plantes pesticides<br/> de la population . . . \$ il n'y a aucune<br/> des gens et l'organisation de formation<br/> et l'utilisation des produits bio . . .<br/> et la formation des usagers . . . \$</p>   |
| <p>-- Partie : masculin, nombre de contextes : 33</p> <p>ge des pesticides . . . \$ il faut la<br/> les biopesticides . . . \$ il faut la<br/> lantes pesticides . . . \$ il faut la<br/> n des populations . . . \$ il faut la<br/> oitants agricoles . . . \$ il faut la<br/> oitants agricoles . . . \$ il faut la<br/> d'en faire usage . . . \$ il faut la<br/> lantes pesticides . . . \$ il faut la</p>   | <p>sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation<br/> sensibilisation</p> | <p>des exploitants agricoles du risque de ces<br/> des usagers des pesticides . . . \$ il<br/> des populations . . . \$ il faut la sensibilisation<br/> et la formation des exploitants agricoles<br/> et la formation des exploitants agricoles<br/> de la population . . . \$ il faut la<br/> pour inciter la diminution de l'usage des<br/> des exploitants agricoles . . . \$ il</p>   |

Figure 51 : Répartition par sexe des exploitants agricoles selon les volets «formation» et «sensibilisation» proposés dans les dix terroirs villageois étudiés, en 2020 (Source : enquêtes de terrain Abdou Kadri Sambou, 2020)

## Conclusion

En somme, la mise en œuvre d'une stratégie de gestion des pesticides au Sénégal est une préoccupation pour beaucoup d'acteurs. Elle nécessite la participation d'une large gamme d'organisations nationales.

En outre, l'usage approprié et sans danger des produits phytosanitaires, y compris le contrôle de qualité et la gestion nécessite une approche holistique, transdisciplinaire, une collaboration intersectorielle entre les services agricoles et du développement rural, les ministères de l'Agriculture, de la Santé et de l'Environnement ainsi que les collectivités territoriales, les exploitants agricoles et le secteur privé.



### **Conclusion partielle**

L'ambition de limiter le recours aux pesticides ou de ne pas en faire usage s'inscrit dans une vision plus large d'une agriculture plus durable qui, d'un point de vue environnemental, économique et social, répond aux besoins des problèmes actuels et ceux des générations futures. Dans cette optique, la santé des plantes, celle de la biodiversité, comme celle humaine, s'inscrit dans une logique d'approche One Health «une seule santé», de bien commun, là où notre responsabilité envers les générations futures nous impose de faire ce qu'il faut et d'agir dès maintenant pour les préserver. En effet, la conception d'une agriculture sans pesticides doit s'accompagner d'un changement et/ou d'une évolution des pratiques et des systèmes culturaux vis-à-vis des besoins en engrais. La sélection variétale doit aussi identifier des espèces capables de mieux résister aux attaques des bioagresseurs. Il convient donc de mieux sensibiliser les exploitants agricoles sur cette question à travers des séances de formation pratique et de partage des savoirs locaux qui leurs sont accessibles.

---

## CONCLUSION GENERALE

---

Au terme de ce travail de thèse, nous avons pu comprendre certaines préoccupations scientifiques et reconnaître d'importantes pratiques d'usage et de gestion des pesticides face à la menace des ennemis de cultures. L'objectif recherché dans cette étude est d'analyser les pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides, ainsi que les risques sanitaires et environnementaux associés. A la lumière des perceptions exprimées, nous avons pu comprendre dans quelle mesure les variabilités climatiques modulent la vulnérabilité et l'adaptabilité des agroécosystèmes et des exploitants agricoles dans le temps et dans l'espace. L'analyse de la dynamique paysagère des terres dans les terroirs villageois-cibles montre globalement une tendance similaire, à quelques exceptions près. Les terroirs étudiés ont connu des mutations spatiales importantes en 2022, comparativement à 2004. Nous pouvons dire que la variabilité climatique s'est fait remarquer sur les mutations agraires enregistrées dans les terroirs villageois durant les années 2004 et 2022. En effet, la situation de l'occupation et de l'usage des sols a évolué durant cette période. Des changements ont été notés à travers des mutations, des reconversions de cultures et la disparition de certaines emblavures. Les perturbations climatiques qui se succèdent ces dernières décennies, associées à la pression sur les ressources naturelles liée à l'action anthropique, participent à la dégradation des zones de bas-fonds (victimes de l'ensablement, de l'acidification et de la salinisation), conduisant à l'abandon ou à une diminution de la production rizicole voire vers une réorientation progressive de l'arboriculture et du maraichage, des spéculations consommatrices de pesticides. Dans les terroirs étudiés, l'agriculture reste une activité essentielle qui structure l'économie locale. Elle contribue dans la viabilité des territoires ruraux, préserve et consolide le tissu social relativement dense dans les villages et entretient des patrimoines naturels, religieux et culturels. Si l'agriculture produit des économies d'échelle, elle offre également des opportunités d'emplois et par conséquent des revenus aux ménages agricoles. Cependant, les systèmes, les techniques et les outils déployés pour la mise en valeur des emblavures, restent encore moins performants chez les exploitants agricoles. À ces problèmes structurels, vient s'ajouter la pression parasitaire exercée sur les cultures, obligeant malheureusement les agriculteurs non ou mal formés, à utiliser les produits phytosanitaires à outrance. Dans ce contexte de mauvais usage des pesticides, la santé environnementale, celle des agriculteurs et consommateurs est sérieusement portée atteinte. La recherche dans le cadre des systèmes agricoles alternatifs aux pesticides nous a permis d'identifier des méthodes et indicateurs existants pour l'évaluation des performances environnementales des exploitations.

Une bonne partie des produits phytosanitaires, parfois d'origine et de qualité douteuses malgré l'existence de textes réglementaires et la ratification de conventions internationales, sont utilisés et pulvérisés dans les champs. L'utilisation de ces produits se fait sans un respect minimum de bonnes pratiques agricoles et phytosanitaires, et sans protection pour la majorité des usagers, ni respect des doses recommandées. Ces mauvaises pratiques engendrent à court et à long terme des problèmes sanitaires pour les populations et des impacts environnementaux. Les risques non négligeables de ces produits chimiques pour la santé humaine et pour l'environnement sont notés, même à de très faibles concentrations. Les effets sont entre autres les intoxications accidentelles, la mortalité de certains organismes non cibles, les effets directs et indirects sur le comportement des bioagresseurs et des auxiliaires, les effets sur la reproduction des organismes, les effets indirects sur les réseaux trophiques et globalement sur le milieu, la biodiversité et les services écosystémiques. Il s'ensuivrait une dégradation physique du milieu due aux mauvaises pratiques et une contamination de celui-ci. Les différents compartiments de l'environnement (eaux, sol, air) pourraient être contaminés par les résidus des pesticides, sans que les terroirs villageois étudiés ne disposent de moyens ou de dispositifs permettant de quantifier, même de façon approximative, les niveaux de contamination des différents milieux, d'alerter les autorités, d'informer les populations ou de vulgariser les mesures appropriées pour réduire l'exposition à ces résidus.

Ainsi, sur la base des résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons affirmer que dans le Bliss et le Fogny Kombo, les pratiques d'usage et de gestion des pesticides dans l'agriculture se font sans aucun respect des bonnes pratiques agricoles pour la majorité des cas, et exposent les exploitants agricoles, les écosystèmes, la population riveraine et les consommateurs, aux dangers des produits phytosanitaires. En effet, l'étude a révélé 41 noms commerciaux de pesticides utilisés par les exploitants agricoles dont 31 matières actives. Les plus utilisées parmi ces formulations sont entre autres, le Malathion (15,7%), le Lampride 46 EC (15,7%), Arsenal 500 EC (12,4%) et le Diméthoate (10,7%). Un taux non négligeable de 28,7% des agriculteurs ne connaissent pas le type de pesticide utilisé. Suite aux contraintes liées au fort taux d'analphabétisme surtout chez les femmes (73,2%) qui sont plus présentes dans le maraîchage et qui utilisent plus ces produits chimiques, au manque de formation ainsi que l'ignorance, 62,4% des agriculteurs usagers des pesticides ne lisent pas les étiquettes d'emballage des pesticides pour non seulement faire le choix du pesticide selon la cible, mais aussi et surtout pour appliquer la dose recommandée. Une pratique très dangereuse notée sur le choix des produits est l'odeur piquante qui, lorsqu'elle est forte, constitue la bonne qualité du produit chez beaucoup d'exploitants agricoles.

D'autres produits non identifiés (21,9%) et supposés frauduleux à cause de l'inexistence d'étiquettes ont été retrouvés chez les exploitants agricoles. La fragilité des institutions chargées de la gestion des produits phytosanitaires, ainsi que des insuffisances constatées dans leur importation, leur vente et leur usage dans l'application de la loi relative à l'usage des pesticides, sont à l'origine de ces nombreuses failles. Les résultats d'analyse des échantillons de sols et légumes sont avérés négatifs. Même s'il n'y a aucun résidu de pesticides retrouvé dans ces échantillons, les expositions répétées et prolongées à ces substances toxiques peuvent conduire à des intoxications chroniques aux usagers et à la pollution de l'environnement, quand on sait que les exploitants agricoles ne se protègent pas lors de la préparation de la bouillie (47,8%), ainsi que lors de l'épandage (46,07%). Il demeure donc urgent d'organiser des formations au profit des exploitants agricoles sur l'utilisation rationnelle des pesticides chimiques de synthèse. De plus, les biopesticides qui ont déjà fait preuve d'efficacité avérée dans plusieurs régions du monde et qui sont moins toxiques pour la santé humaine et respectueux de l'environnement sont à encourager. La prise de conscience de ces risques ouvre des perspectives de valorisation d'alternatives de protection intégrée et la mise en œuvre plus rigoureuse des réglementations existantes. L'ambition de limiter le recours aux pesticides ou de ne pas en faire usage s'inscrit dans une vision plus large d'une agriculture plus durable qui, d'un point de vue environnemental, économique et social, répond aux besoins des problèmes actuels et ceux des générations futures. Dans ce sillage, la santé des plantes, celle de la biodiversité comme celle humaine, s'inscrit dans une logique d'approche *One Health* « une seule santé », de bien commun, là où notre responsabilité envers les générations futures nous impose de faire ce qu'il faut, et d'agir dès maintenant pour les préserver. En effet, la conception d'une agriculture sans pesticides doit s'accompagner d'un changement et/ou d'une évolution des pratiques et des systèmes culturels vis-à-vis des besoins en engrais. La sélection variétale doit aussi identifier des espèces capables de mieux résister aux attaques des bioagresseurs.

Dans l'optique de documenter davantage et appréhender la problématique des risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des pesticides dans le Bliss et le Fogny Kombo et de proposer des solutions efficaces, des investigations complémentaires s'avèrent indispensables :

- réaliser des travaux d'évaluation des risques d'exposition des exploitants agricoles de façon répétée (dans l'espace et dans le temps), en les étendant au plus grand nombre d'exploitants, et dans plusieurs localités de la Basse Casamance ;
- étudier la persistance des substances actives dans l'eau, les légumes et les sols ;

- gérer davantage les emballages vides qui pourraient être à l'origine de pollutions environnementales multiformes jusque-là non évaluées et par conséquent ignorées ;
- envisager une approche par *bio-monitoring* (analyse du sang, des urines etc.) permettrait d'avoir une étude plus exhaustive de l'exposition non seulement des exploitants agricoles, mais aussi des populations riveraines des sites régulièrement pulvérisés avec des produits phytosanitaires. Il aurait été plus intéressant de pouvoir répéter l'analyse des sols et légumes durant la saison sèche et la saison humide, pour plusieurs échantillons et durant au moins deux (2) ans.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Abdelmalek, Ali Ait. (2020). L'exploitation familiale agricole : entre permanence et évolution. Approche ethno-sociologique. In : Economie rurale. N°255-256, 2000. Les cinquantes premières années de la sfer. Quel avenir pour l'économie rurale ? pp. 40-52 ; doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.2000.5154>
- Abdulkadir, A., Leffelaar P.A., Agbenin, J.O., Giller, K.E. (2013). Nutrient flows and balances in urban and peri-urban agroecosystems of Kano, Nigeria. *Nutr Cycl Agroecosyst* 95: 231–254. DOI: 10.1007/ s10705-013-9560-2.
- Agroeco.org, 2008. What Is Agroecology? *In agroeco.org*. Agroecology in Action, [En ligne]. <http://agroeco.org/> (page consultée le 24/10/2022).
- Aho, N., Kossou, K.D. (1997). Précis d'Agriculture Tropicale : Bases et Élément d'Applications. Les Éditions du Flamboyant, Bénin, 464 p.
- Ahouangninou, C., Fayomi, B.E., Martin, T. (2011). Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cah Agric* 20 : 216-22. Doi : 10.1684/agr.2011.0485.
- Akogbeto, M.C., Djouaka, R., & Noukpoutilisation, N. (2005). Utilisation des insecticides agricoles au Bénin, *Bull. Soc. Pathol.Exot.*, Vol. 98 (5), 400-405.
- Altieri, M.A. (2009). Traditional Agriculture. In Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley. *University of California*, [En ligne]. [https://www.cnr.berkeley.edu/~christos/articles/traditional\\_ag.html](https://www.cnr.berkeley.edu/~christos/articles/traditional_ag.html) (page consultée le 25/10/2022).
- Altieri, M.A., and Nicholls, C.I. (2005). Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture. Mexico, United Nations Environment Programme, 291 p.
- Altieri, M.A. (1987). Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder, CO, *Westview Press*, 227 p.
- Amiard, J-C. (2017). Les risques chimiques environnementaux. Méthodes d'évaluation et impact sur les organismes. 2ème édition, 712 p.

- Angelucci, M.A., & Mundler, P. (2007). La qualification au titre de l'agriculture raisonnée : limites et enjeux des études prospectives. *Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 54, septembre 2007.
- Anses. (2017). Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant. Saisine « n° 2014SA0200 » « Pesticides et Air ambiant » RAPPORT d'expertise collective, 257p.
- Anses. (2013). Saisine « demande d'appui scientifique pour réévaluer le dispositif réglementaire destiné à protéger les riverains des zones traitées avec des produits phytosanitaires ».
- Arouna, O. (2012). Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 246 p.
- Attoumani-Ronceux, A., Aubertot, J.-N., Guichard, L., Jouy, L., Mischler, P., Omon, B., *et al.* (2011). Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture. Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, RMT Systèmes de culture innovants, 116 p.
- Aubertot, J.N., West, J.S., Bousset-Vaslin, L., Salam, M.U., Barbetti, M.J., Diggle, A.J. (2006). Improved resistance management for durable disease control: A case study of phoma stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Plant Pathology*, 114:91-106. <https://doi.org/10.1007/s10658-005-3628-z>.
- Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M. (éditeurs). (2005). Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France), 902p.
- Aubertot, J.-N., Pinochet, X., Doré, T. (2004). The effects of sowing date and nitrogen availability during vegetative stages on *Leptosphaeria maculans* development on winter oilseed rape. *Crop Protection*, 23 (635–645). <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.11.015>
- Aujas, P., Lacroix, A., Lemarié, S., Reau, R. (2011). Réduire l'usage des pesticides. Un défi pour le conseil aux agriculteurs. *Économie rurale*, Juillet-Août 2011, n. 324, p. 18-33. <https://economierurale.revues.org/3071>

- Ayadi, H. (2013). Outils de gestion de la pollution phytosanitaire diffuse au niveau d'un territoire : cas d'application zone humide Ramsar de la Merja Zerga au Maroc. Thèse de doctorat en Géographie et Aménagement de l'Espace, spécialité Agronomie : Université Montpellier3,283p.[http://www.iamm.fr/ressources/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=10886](http://www.iamm.fr/ressources/opac_css/doc_num.php?explnum_id=10886)
- Ba, A., Cantoreggi, N., Simos, J. & Duchemin, É. (2016) : Impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar (Sénégal). [*VertigO*] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 16 Numéro 1.
- Bâ, B.D. (2019). Dynamiques spatio-temporelles des paysages et développement dans le département de Bignona (Basse-Casamance septentrionale, Sénégal), Thèse de Géographie de l'Université Assane SECK de Ziguinchor, 314p.
- Badiane, E. (2004). Développement urbain et dynamiques des acteurs locaux : le cas de Kaolack au Sénégal. Thèse de Géographie, Université Toulouse le Mirail – Toulouse II, 2004, 397p.
- Badji, T. (2013). La variabilité pluviométrique et ses incidences sur la riziculture en Basse-Casamance : Cas de la commune de Diouloulou, 148p.
- Bailly, A., & Chichignoud, C. (2005). Risques et Santé, p.p. 865-873.
- Baldi, I., Lebailly, P., Bouvier, G., Rondeau, V., Kientz-Bouchart, V., Canal-Raffin, M., Garrigou, A. (2012). Levels and determinants of pesticide exposure in reentry workers in vineyards: Results of the PESTEXPO study. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 22, 593-600.
- Baldi, I., Lebailly, P., Jean, S., Rougetet, L., Dulaurent, S., Marquet, P. (2006). Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 16, 115-24.
- Banque Mondiale, (2008). L'agriculture au service du développement. Rapport sur le développement dans le monde. De Boeck Université-Bruxelles.
- Banque mondiale, (2001). Rapport sur le développement dans le monde 2000-2001 : combattre la pauvreté, Paris, Éditions Eska, 2001.
- Barbier, J.M., Constant, N., Davidou, L., Delière, L., Guisset, M., Jacquet, O., *et al.* (2011). CEPVITI Co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires, Guide méthodologique. 27 p.



- Barthelemy, J-P., Luong, X., Mellet, S. (2003). Prenons nos distances pour comparer des textes, les analyser et les représenter, *Corpus* [En ligne], 2 | 2003, mis en ligne le 15 décembre 2004, consulté le 01 octobre 2016. URL : <http://corpus.revues.org/25>, 9p.
- Barthez, A. (1982). *Famille, travail et agriculture*. Paris : Economica, 192 p.
- Batsch, D. (2011). *L'impact des pesticides sur la santé humaine*. Sciences pharmaceutiques, Thèse de l'Université de Lorraine, 185p. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01739150>
- Benali A. (2016) : La contribution de la femme rurale au revenu de ses ménages dans l'Ouest de l'Algérie, *International Journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN 2028-9324 Vol. 15 N° pp 962-969.
- Benecke, J., Benecke, M., Eckert, K.G. (2004). *Guide pratique de Toxicologie*. Bruxelles : De Boeck & Larcier.
- Berenstein, G.A., Hughes, E.A., March, H., Rojic, G., Zalts, A., Montserrat, J.M. (2014). Pesticide potential dermal exposure during the manipulation of concentrated mixtures at small horticultural and floricultural production units in Argentina: The formulation effect. *Sci. Total Environ.* 472, 509-516.
- Bernhardt, A. & Ruck, W. (2004). Determination of herbicides in stemflow and throughfall of beeches (*Fagus sylvatica L.*) and in rainfall. *Chemosphere*, 57, 1563-1570.
- Beugre, M.R.M. (2016). *Femmes, production agricole et organisation de l'espace dans le département d'Abengourou*, Thèse unique de Géographie, Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny, 265p.
- Beulke, S., & Malkomes, H.P. (2001). Effects of the herbicides metazachlor and dinoterb on the soil microflora and the degradation and sorption of metazachlor under different environmental conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 33, 467-471
- Bidleman, T.F. (1999). Atmospheric Transport and Air-Surface Exchange of Pesticides. Eds *Fate of Pesticides in the Atmosphere: Implications for Environmental Risk Assessment*. Springer, Dordrecht. Atmospheric Environment Service, 4905 Dufferin St., Downsview, Ontario M3H 5T4, Canada. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-1536-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-017-1536-2_6).
- Blais, J.M., Schindler, D.W., Muir, D.C.G., *et al.* (1998). Accumulation of persistent organochlorine compounds in mountains of western Canada. *Nature*, vol. 395, p.p.585-588.

- Blocaille, S. (2017). Focus n°15 : Protection intégrée contre les ravageurs des cultures annuelles. *Ecophyto Pic* 13 p.
- Blouet, A., Pervanchon, F., Pervanchon, M. (2003). L'agriculture raisonnée. Limites et alternatives du modèle agricole dominant. *Futuribles*, 283, 27-42.
- Boileau, E. (2015). Ecotoxicologie et impacts sanitaires des pesticides en réponse à l'augmentation des ravageurs amenés par les changements climatiques : Portrait, perspectives et recommandations. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement. Université de Sherbrooke, 130 p.
- Boivin, P. (1991). Caractérisation physique des sols sulfatés acides de la vallée de Katouré (Basse Casamance, Sénégal). Etude de la variabilité spatiale et relation avec les caractéristiques pédologiques. Editions ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Collection ÉTUDES et THÈSES, 232p.
- Boissonnot, R. (2014). Risques sanitaires et perception chez les agriculteurs utilisateurs de produits phytopharmaceutiques. Thèse en conservatoire national des arts et métiers, Spécialité : Génie des procédés, Paris, France, 281 p.
- Bolliger, A., Magid, J., Amado, T.J.C., Skora, F.N., Santos, M.F. R., Calegari, A., Ralisch, R., Neergaard, A. (2007). Taking stock of the Brazilian zero - till revolution: a review of landmark research and farmers practice. *Advances in Agronomy*, 91, 47-64.
- Bolinder, M.A., Crotty, F., Elsen, A., Frac, M., Kismányoky, T., Lipiec, J., *et al.* (2020). The effect of crop residues, cover crops, manures and nitrogen fertilization on soil organic carbon changes in agroecosystems: a synthesis of reviews, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25(6) :929-952. <https://doi.org/10.1007/s11027-020-09916-3>
- Bonneviale, J. R., Jussiau, R., Marshal, E. (1989). Approche globale de l'exploitation agricole. Dijon : Institut national de recherche et d'applications pédagogiques (Inrap) Foucher, 328p.
- Borg, J., Kiær, L.P., Lecarpentier, C., Goldringer, I., Gauffreteau, A., Saint-Jean, S., *et al.* (2018). Unfolding the potential of wheat cultivar mixtures: A meta-analysis perspective

- and identification of knowledge gaps. *Field Crops Research*, 221:298-313.  
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.006>
- Bouchard, K. (2011). Gestion des pesticides et des engrais en milieu urbain au Québec ; étude de cas et perspectives, Essai, 79 p.
- Bourguet, D., Guillemaud, T. (2016). The hidden and external costs of pesticide use, in Lichtfouse E. (éd.), *Sustainable Agriculture Reviews*, vol. 19. Springer, Cham, p. 35-120.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_2)
- Brodeur, J., Boivin, G., Cloutier, C., Grenier, P.G.A.E. (2013). Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec, Canada, 124 p.
- Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., Petit, M. (2003). Gestion de l'exploitation agricole familiale : éléments théoriques et méthodologiques. Dijon : École nationale d'enseignement supérieur agronomique de Dijon (Enesad), Centre national d'études et de ressources en technologies avancées (Cnerta), 215 p.
- Bruchon, L., Le Bellec, F., Vannière, H., Ehret, P., Vincenot, D., De Bon, H., *et al.* (2015). Guide Tropical-Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires, Paris, Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, 210 p.
- Burel, F., Baudry, J., Delettre, T., Petit, S., Morvan, N. (2000). Relating insect movements to farming systems in dynamic landscapes. In B. EKBOM, M.E. IRWIN & Y. ROBERT: *Interchanges of Insects between4 Agricultural and Surrounding Landscapes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 5-32.
- Burns, C.J., Mahlburg, W.M., Dutra, J.P. (2007). Pesticide exposure among farm workers. *Environ. Res.* 105, 285–286.
- Butault, J. P., Delame, N., Jacquet, F., Zardet, G. (2011). L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction. Notes et études socio-économiques, n. 35, p. 7-26.  
<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/publications/notes-et-etudes-socio-economiques/article/l-utilisation-des-pesticides-en>
- Butault, J. P., Dedryver, C.A., Gary, C., Guichard, L., Jacquet, F., Meynard, J.M., Nicot, P., Pitrat, M., Reau, R., Sauphanor, B., Savini, I., Volay, T. (2010). Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude Montpellier:

INRA. 90 p. <https://www6.paris.inra.fr/depe/Media/Fichier/Expertises/Ecophyto-R-D/EcophytoRD-synthese>

Capillon, A., Séguy, L. (2002). Écosystèmes cultivés et stockage du carbone. Cas des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale, *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture Française*, 88, 63-70.

Caron, P., Biénabe, E., Hainzelin, E. (2014). Making transition towards ecological intensification of agriculture a reality: the gaps in and the role of scientific knowledge. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8:44-52. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.004>

Carrouée, B., Schneider, A., Flénet, F., Jeuffroy, M.H., Nemecek, T. (2012). Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales. *Innovations Agronomiques*, 25 :125-142. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01001330>

Carson, R. (1962) : « Silent Spring ». Boston, Houghton Mifflin réimprimé. Mariner Books, 2002 (ISBN 0-618-249060): Traduction française éditions wildproject, 2009.

Casagrande, M., David C., Valantin-Morison, M., Makowski, D., Jeuffroy, M.H. (2009). Factors limiting the grain protein content of organic winter wheat in south-eastern France: a mixed-model approach. *Agron. Sustain. Dev.*, 29:565-574. <https://doi.org/10.1051/agro/2009015>

Cervantes-Godoy, D., Kimura, S., Anton, J. (2013). Smallholder Risk Management in Developing Countries. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, n° 61, OECD Publishing.

Chakroun, L. (2020). La permaculture au sein des dynamiques territoriales : leviers pour une mésologisation de l'agriculture suisse, *Développement durable et territoires*, Vol. 11, n°1 |Avril 2020, mis en ligne le 30 avril 2020, consulté le 29/10/ 2022. URL :<https://journals.openedition.org/developpementdurable/14784>;DOI :<https://doi.org/10.4000/developpementdurable.14784>

Chakroun, L., Linder, D. (2018). Le milieu permaculturel comme foyer d'émergence d'un soi mésologique, in Augendre M., Llored J.-P., Nussaume Y. (dir.), *La mésologie, un nouveau paradigme pour l'Anthropocène ?* Paris, Hermann, p. 283-291.

- Chauvel, B., Guillemain, J.P., Colbach, N., Gasquez, J. (2001). Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection*, 20:127-137. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00065-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00065-X)
- Chauvel, A., Fauck, R. (1969). Sur la mise en évidence et la caractérisation d'un horizon B dit « de comportement » dans les sols rouges de Casamance (Sénégal). C.R. Acad. Sci., Paris 269, pp. 2080-2083.
- Chesbrough, H., Bogers, M. (2014). Explicating open innovation. Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation, in Chesbrough H, Vanhaverbeke W, West J (eds), *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford, Oxford University Press, 3-28.
- Christian Roche. (1985). Histoire de la Casamance : conquête et résistance, 1850-1920, collection « hommes et sociétés », Volume 15 de *Hommes et sociétés, Histoire et anthropologie*. KARTHALA Editions, 1985, 401p.
- CIES. (2014/2015). L'Agriculture au Sénégal, un secteur porteur. Article publié sur <https://www.eurocham.sn/L%92AGRICULTURE+AU+SENEGAL%2C+UN+SECTEUR+PORTEUR/>. Consulté le 02 Août 2020.
- CILS (Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel). (2004). Réglementation sur l'homologation des pesticides commune aux États membres du CILSS, rapport, septembre 2004.
- Cissé, I., Fall, S.T., Badiane, M., *et al.* (2006). Horticulture et usage des pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal, ISRA/LNERV, EISMV, LACT/Faculté de Médecine Pharmacie/UCAD, document de travail Ecocité n°8, [www.ecocite.org](http://www.ecocite.org), 14 p.
- Cissé, I., Tandian, A.A., Fall, S.T., Diop, E.S. (2003). Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal, *Cah. Agric.*, Vol. 12 (3), pp 181-186.
- Cissé, I., Fall, S.T., Akinbamijo, O.O., *et al.* (2001). Agriculture urbaine intensive et santé publique : l'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques et les risques sur la santé des populations dans la zone des Niayes au Sénégal, 19p.

- Clouvel, P., Brévault, T., Amadji, G., Assogba-Komlan, F., Bordat, D., Diallo, M.D., De Bon, H., Diarra, K., Hamadoun, A., Huat, J., Marnotte, P., Menozzi, P., Prudent, P., Renou, A., Rey, J.Y., Sall, D., Silvie, P., Simon, S., Sinzogan, A., Tamo, M., & Vayssières, J. F. (2013). Diversité des systèmes de production et gestion agroécologique des bio-agresseurs en Afrique de l'Ouest, *Cirad*, la recherche agronomique pour le développement, Montpellier mais 2013.
- Colbach, N., Lucas, P., Meynard, J.M. (1997). Influence of wheat crop management on take-all development and infection cycles. *Phytopathology*, 87:26-32. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1997.87.1.26>
- Colbach, N., Meynard, J.M. (1995). Soil tillage and eyespot: influence of crop residue distribution on disease development and infection cycles. *European Journal of Plant Pathology*, 101:601-611. <https://doi.org/10.1007/BF01874864>
- Commission du codex alimentarius, Rapport du programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, seizième session, juillet 1984, 70p.
- Congo, A.K. (2013). Risques sanitaires associés à l'utilisation de pesticides autour de petites retenues : cas du barrage de Loumbila. Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso, 68p.
- CORPEN (Comité d'Orientation pour les Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement), (2003). Diagnostic régional de la contamination des eaux liée à l'utilisation des produits phytosanitaires : éléments méthodologiques - Utilisation des Systèmes de traitement de l'Information Géographiques (SIG) (nouveau document 2003) 84p.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., *et al.* (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387(6630):253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Couëdel, A., Kirkegaard, J., Alletto, L., Justes, E. (2017). Crucifer-legume cover crop mixtures for biocontrol: Toward a new multi-service paradigm. *Advances in Agronomy*, 157:55-139. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.05.003>
- Coulibaly, K., Vall, E. ;, Autfray, P., Bacye, B., Nacro, H.B., Sedogo, M.P. (2012). Co-conception d'itinéraires techniques de culture pure du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

- et du mucuna (*Mucunadeeringiana* [Bort], Merrill) dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso : intérêts et limites. *J. Agric. Environ. Int. Dev.* 106-1: 139–155.
- Covello, V.T., & Merkhofer, M.W. (1993). Risk assessment methods : Approaches for assessing health and environmental risks, p.p. 1-34.
- Curtis, S. (2004). Health and inequality. Geographical perspectives, Sage, 329 p.
- Dacosta, H. (1989). Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 283p.
- Deguine, J.P., Aubertot, J.N., Joy Flor, R., Lescourret, F., Wyckhuys, K.A.G., Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41 (38). <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- Deichert, G., Ashenafi, G. G., Blum, L., & Kersting, D. (2017). Climate Smart Agriculture (CSA): A Manual for Implementing the Sustainable Land Management Program (SLMP), Part 1: General Concept and Operational Approach. GIZ, Addis-Ababa, Ethiopia, 2017. [https://wocatpedia.net/images/4/45/CSA\\_manual\\_16-01-2017](https://wocatpedia.net/images/4/45/CSA_manual_16-01-2017)
- Dejoux, J.F., Meynard, J.M., Reau, R., Roche, R., Saulas, P. (2003). Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed rape in France. *Agronomie*, 23 :725-736. <https://doi.org/10.1051/agro:2003050>
- Delière, L., Schneider, C., Audeguin, L., Le Cunff, L., Cailliatte, R., Prado, E., *et al.* (2017). Cépages résistants : la vigne contre-attaque ! *Phytoma*, 708 :34-37.
- Delmotte, S. (2011). Evaluation participative de scénarios quelles perspectives pour les systèmes agricoles camarguais ? Thèse de doctorat Agronomie: SupAgro, Montpellier (France). 375 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00664304>
- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Hongwen, L. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int J Agric & Biol Eng*, vol. 3, 1.
- Desgranges, N. (2015). Développement d'échantillonneurs passifs de type pocis pour l'évaluation de la contamination en pesticides des eaux de bassins versants languedociens ; Thèse soutenue le 23 Février 2015. Université de Bordeaux, École doctorale des sciences chimiques, 362 p.



- De Schutter, 2010a. L'agroécologie et le droit à l'alimentation. Genève, Suisse, ONU édition, 23 p.
- De Vallavieille-Pope, C., Belhaj Fraj, M., Mille, B., Meynard, JM. (2006). Les associations de variétés : accroître la biodiversité pour mieux maîtriser les maladies. Dossier de l'Environnement, 30, 101-109. <https://hal.inrae.fr/hal-02661356>.
- Devilleers, J., Farret, R., Girardin, P., Rivière, J.L., Soulias, G. (2005). Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides : Paris : Edition Tec & doc, Lavoisier, 280p.
- Di Bianco, S. (2018). Recadrer le conseil par l'agriculture écologiquement intensive, *Revue d'anthropologie des connaissances* [Online], 12-2 | 2018, Online since 01 June 2018, connection on 31 October 2022. URL: <http://journals.openedition.org/rac/837>.
- Dictionnaire Encarta, (2008). Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. USA.
- Dieng, K.S. (2012). Pesticides et intoxications : Méta-analyse d'études épidémiologiques réalisées au Sénégal, Thèse, 92 p.
- Dièye O. (1998). Étude analytique et toxicologique des pesticides présents dans les effluents liquides d'une usine de formulation : *SENCHEM AG. Thèse de pharmacie, Dakar*, n°48, 93 p.
- Diop, A. (2013). Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Other. Université du Littoral Côte d'Opale, 2013, 241p.
- Diop, E.H.S. (1990). La côte ouest-africaine. Du Saloum (Sénégal) à la Méllacorée (République de Guinée). Éditions ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Collection ÉTUDES et THÈSES, 366p.
- Diouf, Sy. (2014). Agriculture biologique: enjeux et perspectives au Sénégal. Article publié sur le site [https://www.seneweb.com/blogs/sopedabakh10/agriculture-biologie-enjeux-et-perspectives-au-senegal\\_b\\_10.html](https://www.seneweb.com/blogs/sopedabakh10/agriculture-biologie-enjeux-et-perspectives-au-senegal_b_10.html). Consulté le 17 Août 2020.
- Djamen, P., Triomphe, B., Kienzle, J., Maraux, F. (2005). Congrès Mondial d'Agriculture de Conservation, 3 au 7/10/2005, vol .X. FAO Nairobi, Rome, 101 p.



- Djament-Tran, G., Le Blanc, A., Lhomme, S., Rufat, S., Reghezza-Zitt, M. (2011). Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire. 31 p. Version française d'un article en anglais soumis à évaluation. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00679293>.
- Dufumier, M. (2006). Diversité des exploitations agricoles et pluriactivité des agriculteurs dans le Tiers Monde. *Cahiers Agricultures* vol. 15, n° 6, novembre-décembre 2006.
- Dufumier, J. (1996). La notion de système en agriculture. Handbook n°65 16 p.
- Dugua, B., Chakroun, L. (2019). Planifier avec le territoire : la dynamique des lieux de projets à l'épreuve des approches participatives et paysagères, *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 19, n° 1, DOI : 10.4000/vertigo.24559.
- Duru, M., & Therond, O. (2015). Designing agroecological transitions: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1237-1257. DOI: 10.1007/s13593-015-0318-x.
- Eddaya, *et al.* (2015). Utilisation et risques des pesticides en protection sanitaire de la menthe verte dans le Centre-Sud du Maroc (Use and risks of pesticides in sanitary protection of spearmint in south-central Morocco). *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (3) (2015) 656-665.
- Edmeades, D.C. (2003). Les effets à long terme des fumiers et des engrais sur la productivité et la qualité des sols : une revue. Cycle des éléments nutritifs dans les agro-écosystèmes 66, p.p. 165-180.
- Ehi-Eromosele, C.O., Nwinyi, O.C., Ajani, O.O. (2013). Integrated Pest Management. *Weed Pest Control - Conv. New Challenges* 105–115.
- El-Aissaoui, A. (2015). Les bases de l'application rationnelle des produits phytosanitaires. Guide pratique pour les opérateurs agricoles, INRA, Settat, Maroc, 32 p.
- Errochdi, S., Majida E. A., Nard, B., Boutaïna, B., Mohammed, A., and Fatiha, F. (2012). « Étude de la qualité physicochimique et microbiologique de deux réseaux hydrographiques nord marocains : Laou et Tahaddart », *Méditerranée* [Online], 118 | 2012. Consulté le 18 Août 2020 sur le site <http://journals.openedition.org/mediterranee/6221>; DOI: <https://doi.org/10.4000/mediterranee.6221>.
- FAO, 2017. AGP-Integrated Pest Management <https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en/>, (17/10/2022).
- FAO, (2013). Climate-Smart Agriculture Source-book, FAO, Rome, 570 p.

- FAO, (2011d). En quoi consiste l'agriculture biologique ? In *FAO. Organic Agriculture. Questions fréquemment posées sur l'agriculture biologique*, [En ligne]. <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/fr/> (Page consultée le 25/10/2022).
- FAO, (2010). Pour une agriculture intelligente face au climat : Politiques, pratiques et financements en matière de sécurité alimentaire, d'atténuation et d'adaptation. *Rapport technique*, FAO, Rome, 55 p.
- FAO, (2008). Agriculture de conservation. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. URL : <http://www.fao.org/ag/ca/fr/> (page consultée le 29 Octobre 2022).
- FAO, (2007). Un système intégré d'enquêtes agricoles, Volume 1, Programme mondial du recensement de l'agriculture 2010, Développement statistiques, 11, FAO, Rome.
- FAO, (2007). Conférence internationale sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire. Rome, Italie, OFS/2007/REP, p. 1-14.
- FAO, (2005). Normes Internationales pour les Mesures Phytosanitaires (NIMP) FAO, édition 2005.
- FAO, (2003). Version révisée du code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides, 40 p.
- FAO, (2001). Conservation agriculture. FAO Soils Bulletin, [Online] (78), consulté le 28 Octobre 2022. URL: <https://www.fao.org/DOCREP/003/Y1730E/Y1730E00.htm>.
- FAO, (2001). Directives sur la bonne pratique de l'application terrestre des pesticides, 48 p.
- Fatoki, O.S., & Awofolu, R.O. (2003). Methods for selective determination of persistent organochlorine pesticide residues in water and sediments by capillary gas chromatography and electron-capture detection, *Journal of Chromatography A*, vol. 983, p. 225–236.
- Fauck, R. (1973). Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique Occidentale. Mémoire ORSTOM n°61, 257 p.
- Favrelière, E., Ronceux, A., Pernel, J., Meynard, J.M. (2020). Nonchemical control of a perennial weed, *Cirsium arvense*, in arable cropping systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 40 (31). <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00635-2>.

- Fenske, R.A., & Day, E.W. (2005). Assessment of exposure for pesticide handlers in agricultural, residential and institutional environments. *Occup. Resid. Expo. Assess. Pestic.* 11-43.
- Féret, S., Douguet, J.M. (2001). Agriculture durable et agriculture raisonnée. Quels principes et quelles pratiques pour la soutenabilité du développement en agriculture ? *Natures Sciences Sociétés*, 9(1), 58-64.
- Ferguson, R., & Lovell, S.T. (2014). Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 34, n° 2, p. 251-274, DOI: 10.1007/s13593-013-0181-6.
- Ferron, P. (1999). Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application. *Cahiers* 8, 389–396.
- Zanini, F., Zanini, E., Weber, C., & Schlaepfer, R. (2006). Analyse de la dynamique du paysage de la plaine du Rhône de 1850 à 2003 sur la base de cartes topographiques. *Bull. Murithienne* 124 (2006): 89-98.
- Flores, A.P., Berenstein, G.A., Hughes, E.A., Zalts, A., Montserrat, J.M. (2011). Pesticide risk assessment in flower greenhouses in Argentina: The importance of manipulating concentrated products. *J. Hazard. Mater.* 189(1-2), 222-228.
- Forman, R.T.T & Gordon, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley, New York.
- Gallot, M., Buchwalder, G., Beuret, B., Cecilio, J.-M., Guinemer, M., Marigo, P. *et al.* (2016). Autumn intermediate crops and development of honey-bee colonies, *Agrarforschung Schweiz*, 7(3):120-127.
- Ghali, M., Colson, K.D.F. & Sorin, S. (2014). L'agriculture écologiquement intensive. Une approche économique », *Économie rurale* [En ligne], 341, consultée le 31/10/ 2022. URL: <http://journals.openedition.org/economierurale/4338>; DOI: 10.4000/economierurale.4338.
- Gil, Y., Sinfort, C., Guillaume, S., Brunet, Y., Palagos, B. (2008). Influence of micrometeorological factors on pesticide loss to the air during vine spraying: Data analysis with statistical and fuzzy inference models. *Biosyst. Eng.* 100(2), 184–197.
- Glass, C.R., Machera, K. (2009). Evaluating the risks of occupational pesticide exposure. *Hell. Plant Prot. J.* 2(1), 1-9.

- Gliessman, S.R., & Amador, M.A. (1980). Aspects écologiques de la production dans les agroécosystèmes traditionnels des basses terres tropicales humides du Mexique, Société Internationale d'Ecologie Tropicale, in *Tropical Ecology and Development*, pp. 601-608.
- Goeb, J., Dillon, A., Lupi, F., Tschirley, D. (2020). Pesticides: what you don't know can hurt you, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 7(5):801-836. <https://doi.org/10.1086/709782>.
- Gockowski, J. (1998). Intensification of horticulture production in the urban periphery of Yaoundé. Acte atelier Cirad-Coraf, Montpellier, 278 p.
- Gomgnimbou, A.P.K., Savadogo, P.W., Nianogo, A.J. & Millogo Rasolodimby, J. (2010). Pratiques agricoles et perceptions paysannes des impacts environnementaux de la cotoculture dans la province de la KOMPIENGA (Burkina Faso). *Sciences et nature*, N°7, p.p 165 - 175.
- Gouda, A.I. (2018). Analyse des risques environnementaux liés aux pratiques phytosanitaires dans les écosystèmes aquatiques du Bassin cotonnier (Nord Bénin), Thèse de doctorat, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 200p.
- Grant, I.F., & Tingle, C.C.D. (2002). « Méthodes de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les Tropiques ». Chatham, R-U: Natural Resources Institute, 418 p.
- Greenpeace, (2009). L'agriculture écologique. In Greenpeace Canada. L'agriculture écologique et biologique, <https://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/ogm/archive/solutions/l-agriculture-durable/> (page consultée le 18/07 2019).
- Grémillet, A., & Fosse, J. (2020). Les performances économiques et environnementales de l'agriculture : les coûts et bénéfices de l'agroécologie. *Note d'analyse, 2020, vol. 94*.
- Griffon, M. (2013). Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ? Versailles, éditions Quae 67p.
- Griffon, M. (2007). Pour des agricultures écologiquement intensives, des territoires à haute valeur environnementale et de nouvelles politiques agricoles. Angers : École Supérieure d'Agricultures d'Angers. [http://publications.cirad.fr/une\\_notice.php?dk=549201](http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=549201).
- Gueye, A. (2009). Que savons-nous de la qualité des aliments que nous consommons ? Étude de cas des systèmes d'exploitations horticoles périurbaines des Niayes, Mémoire de DEA, PTCI, Centre de Recherche d'Économie Appliquée (CRAE).

- Guégan, S., Léger, F. (2015). Maraîchage biologique permaculturel et performance économique. *Rapport final de l'étude*, Paris, INRA-AgroParisTech, 67 p., <https://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/362783-745d0-resource-rapport-final-bec-hellouin.pdf> (page consultée le 31/10/2022).
- Guichard, L., Dedieu, F., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.-M., Reau, R., Savini, I. (2017). Le plan Écophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer. *Cahiers Agricultures*, 26 (1). <https://doi.org/10.1051/cagri/2017004>.
- Guillot, M.-N., Cerf, M., Petit, M.-S., Olry, P., & Omon, B. (2013). Développer la capacité des conseillers à agir face à la diversité des situations de conseil en grande culture. *Économie rurale*, 337, 59-74. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4105> DOI : 10.4000/economierurale.4105
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Luna, J.M. (2003). Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits, *Basic and Applied Ecology*, Vol. 4, Issue 2, 2003, pp107-116, ISSN14391791, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179104701061> page consultée le 17/11/2022.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., *et al.* (2001). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12 (10): e0185809.
- Hapeman, J.C., McConnell, L.L., Rice, C.P., Sadeghi, A.M., Schmidt, W.F., McCarty, G.W., Starr, J.L., Rice, P.J., Angier, J.T., and Harman-Fetcho, J.A. (2003). Current United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service research on understanding agrochemical fate and transport to prevent and mitigate adverse environmental impacts. *Pest Manag Sci* 59:681–690.
- Hatchuel, A., Weil, B. (2009). C-K design theory: an advanced formulation. *Res. Eng. Des.*, 19 :181-192. <https://doi.org/10.1007/s00163-008-0043-4>.
- Hector, A. (1999). Plant diversity and productivity experiments in European grasslands, *Science*, 286(5442):1123-1127. <https://doi.org/10.1126/science.286.5442.1123>
- Hervieu, B., & Mayer, N. (2010). Les mondes agricoles en politique : de la fin des paysans au retour de la question agricole. Paris : Presses de Sciences Po. DOI : 10.3917/scpo.hervi.2010.01.

- Hill, S.B., MacRae, R.J. (1996). Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture, *Journal of Sustainable Agriculture*, 7(1):81-87. [https://doi.org/10.1300/J064v07n01\\_07](https://doi.org/10.1300/J064v07n01_07).
- Holmgren, D. (2010). The Counter Culture as dynamic margin, Art. 27, in *Holmgren, D., David Holmgren: Collected Writings 1978-2000*, Hepburn, Melliadora Publishing.
- Holmgren, D. (2004). Permaculture in Japan: Foreign Idea or Indigenous Design? Hepburn, Holmgren Design Services, <https://holmgren.com.au/wp-content/uploads/2013/02/PCinJapanWeb.pdf> (page consultée le 31/10/2022).
- Holmgren, D. (2002). *Permaculture. Principles & Pathways Beyond Sustainability*, Hepburn, Holmgren Design Services.
- Holt-Giménez, E., & Altieri, M.A. (2013). Agroecology, Food Sovereignty, and the New Green Revolution. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 90-102. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.716388> DOI: 10.1080/10440046.2012.716388.
- Hossard, L., Souchère, V., Jeuffroy, M.H. (2018). Effectiveness of field isolation distance, tillage practice, cultivar type and crop rotations in controlling phoma stem canker on oilseed rape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 252:30-41. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.001>.
- Institut Français de l'Environnement (IFEN), (2006). *L'environnement en France. Les Synthèses*, presses de l'Imprimerie Nouvelle. Edition 2006, 491 p.
- IFOAM, (2009). *The Principles of Organic Agriculture*. In IFOAM. IFOAM. [https://www.ifoam.org/growing\\_organic/definitions/doa/index.html](https://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/doa/index.html) (page consultée le 25/10 2022).
- Inserm, (2021). *Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données. Collection Expertise collective*. Montrouge : EDP Sciences, 2021. <https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/1> ; <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>.
- Inserm, (2013). *Expertise collective Pesticides et Santé, Effets sur la santé. Synthèse et recommandations*. 134 pages + annexes, Edition Inserm, Paris.

- Jacquet, F., Jeuffroy, M-H., Jouan, J., Le Cadre, E., Malausa, T., Reboud, X., Huyghe, C. (coord.), (2022). Zéro pesticide. Un nouveau paradigme de recherche pour une agriculture durable. Versailles, éditions Quæ, 244 p. DOI : 10.35690/978-2-7592-3311-3.
- Jeuffroy, M.H., Meynard, J.M., de Vallavieille-Pope, C., Belhaj Fraj, M., Saulas, P. (2010). Les associations de variétés de blé : performances et maîtrise des maladies. *Le Sélectionneur Français*, 61:75-84.
- Jordan, C.F. (2004). Organic farming and agroforestry: alleycropping for mulch production for organic farms of southeastern united states. *Agrofor Syst* 61–2(1):79–90.
- Jouzel, J.N. & Dedieu, F. (2013). Rendre visible et laisser dans l’ombre. Savoir et ignorance dans les politiques de santé au travail. *Revue Française de Science Politique*, 63, 29-49.
- Jurion, F., Henry, J. (1967). De l’agriculture itinérante à l’agriculture intensifiée. INEAC, Bruxelles, 498p.
- Kamada, M. (2017). Satoyama Landscape of Japan - Past, Present, and Future, in Hong S.K., Nakagoshi N. (dir.) *Landscape Ecology for Sustainable Society*, Springer, Cham.
- Kanda, M., Djaneye-Boundjou, G., Wala, K., Gnandi, K., Batawila, K., Sanni, A., *et al.* (2013). Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo. *VertigO - la revue électronique en sciences de l’environnement* 13 (1): 1–17.
- Kanda, M. (2011). Agriculture Maraîchère au Togo : Analyse Systémique et Environnementale, Thèse doctorat, Université de Lomé, Togo, 153 p.
- Kastendeuch, P-P. (2013). La mesure du vent : conventions, instruments et données, *Revue Géographique de l'Est* [Online], vol. 40 / 3 | 2000, en ligne depuis le 02 Août 2013, consulté le 27 Juin 2021. URL: <http://journals.openedition.org/rge/4093>; DOI: <https://doi.org/10.4000/rge.4093>.
- Koffi-Dida, M.A., & Coulibaly, T.H. (2016). Analyse de la dynamique de l’occupation du sol dans le terroir Kiembara de 1986 à 2015 (Nord de la Côte d’Ivoire) *In Regardsuds*, édition en ligne, n°1, pp 67-80.
- Kpadonou, G.E., Akponikpè, P.B.I., Adanguidi, J., Zougmoré, R.B., Adjogboto, A., Likpete, D.D., Sossa-Vihotogbe, C.N.A., Djenontin, A.J., & Baco, M.N. (2019). Bonnes pratiques d’Agriculture Intelligente face au Climat pour le Maraîchage. *Ann. UP, Série Sci. Nat.*



- Agron.* Hors-série n°3, Spécial Valorisation des Légumes Feuilles Traditionnels, Novembre 2019 : 31-48.
- Kristensen, L., Olsen, J., Weiner, J. (2008). Crop density, sowing pattern, and nitrogen fertilization effects on weed suppression and yield in spring wheat. *Weed Science*, 56:97-102. <https://doi.org/10.1614/WS-07-065.1>.
- Laget, E., Guadagnini, M., Plénet, D., Simon, S., Assié, G., Billote, B., *et al.* (2015). Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l'Agriculture, Paris, 264 p.
- Lallau, B. (2008). Les agriculteurs africains entre vulnérabilité et résilience. Pour une approche par les capacités de la gestion des risques. *Revue Française de Socio-Économie*, vol. 1, n. 1, p. 177-198. <http://www.cairn.info/revue-francaise-de-socio-economie-2008-1-page-177.htm>.
- Lamé, A., Jeuffroy, M.H., Pelzer, E., Meynard, J.M. (2015). Les agriculteurs sources d'innovations : exemple des associations pluri-spécifiques dans le grand Ouest de la France. *Agriculture, Environnement & Sociétés*, 5 :47-54. <https://hal.inrae.fr/hal-02631362>.
- Lamiot, F. (2001). Les pesticides dans l'air : quels enjeux ? Pollution atmosphérique N° 170 - Avril-Juin 2001 p.p. 237-246.
- Landais, E. & Lhoste, P. (1991). Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Comment produire plus et de façon durable en zones de savanes au sud du Sahara? Actes des Rencontres Internationales de Montpellier. Montpellier : CIRAD/Min Coop Dév, Focal Coop, 1991 : 21 9-70.
- Larink, O., & Sommer, R. (2002). Influence of coated seeds on soil organisms tested with bait lamina. *European Journal of Soil Biology*, 38, 287-290.
- Launais, M., Bzdrenga, L., Estorgues, V., Faloya, V., Jeannequin, B., Lheureux, S., *et al.* (2014). Guide pratique pour la conception de systèmes de culture légumiers économes en produits phytopharmaceutiques, Ministère chargé de l'Agriculture, Onema, GIS PIClég, 178 p.
- Laurent, F. (2015). L'Agriculture de Conservation et sa diffusion en France et dans le monde, Cybergeog: *European Journal of Geography* [Online], Environment, Nature, Landscape,



- document 747, Online since 10 November 2015, (page consultée le 28 Octobre 2022).  
URL:<http://journals.openedition.org/cybergeogeo/27284>;DOI:<https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.27284>
- Lebailly, P., Bouchart, V., Baldi, I., Lecluse, Y., Heutte, N., Gislard, A., Malas, J-P. (2009). Exposure to pesticides *in open-field farming* in France. Abstract. *Ann. Occup. Hyg* 53(1), 69-81.
- Lebart, L., Salem, A. (1994). Statistiques textuelles. Paris : Dunod, 342 p.
- Lefèvre, A., Perrin, B., Lesur-Dumoulin, C., Salembier, C., Navarrete, M. (2020). Challenges of complying with both food value chain specifications and agroecology principles in vegetable crop protection. *Agricultural Systems*, 185:102953. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102953>.
- Legrève, A., Duveiller, E. (2010). Preventing potential disease and pest epidemics under a changing climate *In : Matthew. P. Reynolds*, ed. Climate change and crop production. CAB International, 50–70 p.
- Lehmann, E., Dibié J-J.N., Konaté, Y., de Alencastro, L.P. (2016a). Pesticides use in gardening areas in Burkina Faso and evaluation of the resulting risk for the operator using the new AOEM proposed by EFSA guidelines. *68th Int. Symp. Crop Prot. (Gent, May 17, 2016)* (June 2017).
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., Henry, K., Hottle, R., Louise, J., Jarvis, A., Kossam, F., Mann, W., McCarthy, N., Meybeck, A., Neufeldt, H., Remington, T., Sen, P.T., Sessa, R., Shula, R., Tibu, A., & Torquebiau, E.F. (2014). Climate-smart agriculture for food security, *Nature Climate Change* (4): 1068–1072, doi: 10.1038/nclimate2437. Published online 26 November 2014.
- Losey, J.E., Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56(4), 311–323.
- Loyce, C., Meynard, J.M., Bouchard, C., Rolland, B., Lonnet, P., Bataillon, P., *et al.* (2008). Interaction between cultivar and crop management effects on winter wheat diseases, lodging, and yield. *Crop Prot.*, 27:1131-1142. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.02.001>.

- Lozano, D.P., Bosquée, E., Lopes, T., Chen, J., Fa, C.D., Yong, L., Fang-Quiang, Z., Haubruge, E., Bragard, C., Francis, F. (2012). Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Faun. Entomol.* 2012(4), 63–71.
- Lucas, P. (2007). Le concept de la protection intégrée des cultures. *Innov. Agron.* 1, 15–21.
- Machado-Neto, J.G. (2001). Determination of safe work time and exposure control need for pesticide applicators. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 67(1), 20–26.
- Maingueneau, D. (1999). Peut-on assigner des limites à l'analyse du discours ? Modèles linguistiques. n° 40, p. 61-70. <https://journals.openedition.org/ml/1409#quotation>.
- Marega, O., Mering, C. (2018). Les agropasteurs sahéliens face aux changements socio-environnementaux : nouveaux enjeux, nouveaux risques, nouveaux axes de transhumance. *L'Espace géographique*, t. 47, no 3, p. 235-260.
- Marshall, J.A., Luthcke, S.B. (1994). Modélisation des forces de rayonnement agissant sur TOPEX/POSEIDON pour la détermination précise de l'orbite, *J. Spacecr. Rockets*, 311, 89–105, 1994.
- Martin, T., Ochou, G.O., Hala-Nklo, F., Vassal, JM., & Vayssaire, M. (2000). Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in West Africa, *Pest. Manag. Sci.*, Vol. 56 (6), 549-554.
- Matsatsinis, N.F., Siskos, Y. (2003). Intelligent support systems for marketing decisions. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 514 p. (*International Series in Operations Research and Management Science*, vol. 54).
- Maurizi, B., Verrel, J.L. (2002). Des indicateurs pour des actions locales de maîtrise des pollutions de l'eau d'origine agricole. *Ingénierie eau-agriculture-territoires*, Lavoisier, IRSTEA ; CEMAGREF, 2002 pp 3-14.
- Mawussi, G. (2008). Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café, Toulouse: Université de Toulouse.
- Mbaye I., Sy M.D., Handschumacher P., (2008). Contraintes biologiques, gestion agricole et risque éco-toxicologique dans le district de Bignona (région de Ziguinchor/Sénégal) :

- pourquoi une vulnérabilité hétérogène ? In : Natures tropicales : enjeux actuels et perspectives. XIIes Journées de Géographie Tropicale du Comité National Français de Géographie – 16-18 novembre 2008. Bordeaux : Presses Universitaires de Bordeaux, 2011. pp. 57-68. (Espaces tropicaux, 20) ; [https://www.persee.fr/doc/etrop\\_1147-3991\\_2011\\_act\\_20\\_11\\_1212](https://www.persee.fr/doc/etrop_1147-3991_2011_act_20_11_1212).
- Mbaye, I. (2005). Climat et société dans l'apparition et la diffusion de la méningite à méningocoque en zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. L'exemple de la zone d'étude de Niakhar (Sénégal). Thèse de doctorat en Géographie, 346p.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J. & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scale. *Actes de la 8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology* (Anaheim, Californie), p. 179-184.
- Médiène, S., Valantin-Morison, M., Sarthon, J.P., De Tourdonnet, S., Gosme, M., Bertrand, M., Roger-Estrade, J., Aubertot, J.N., Rusch, A., Motisi, N., Pelosi, C., Doré, T. (2011). Agroecosystem management and biotic interactions. *A review Agronomy for sustainable development*, 31 (3), 491-514.
- Mendy, V. (2108). Dégénération des agroécosystèmes et problématique de la revitalisation de la riziculture en Basse-Casamance, Thèse de Géographie de l'Université Assane SECK de Ziguinchor 292p.
- Meynard, J.M., Charrier, F., Fares, M., Le bail, M., Magrini, M.B., Charlier, A., *et al.* (2018). Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. *Agronomy for Sustainable Development*, 38 (54). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0535-1>.
- Meynard, J.M., Doré, T., Lucas, P. (2003). Agronomic approach: cropping systems and plant diseases. *CR Acad Sci. Biologies*, 326: 37-46. [https://doi.org/10.1016/S1631-0691\(03\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S1631-0691(03)00006-4).
- Mghirbi, O. (2016). Résilience des exploitations agricoles face au changement des pratiques phytosanitaires : Conception d'outils de gestion des risques liés aux pesticides – cas du bassin versant de l'étang de l'or en France. Thèse de Géographie, Université Paul Valéry - Montpellier III, 2016. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01405471>
- Michel, P. (1973). Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : étude géomorphologique. Paris, Mémoires ORSTOM n°63, T I, II et III, 810p.
- Michel, P. (1960). Recherches géomorphologiques en Casamance et en Gambie méridionale. B.R.G.M., 53 p.

- Mignolet, C., Schott, C., Benoit, M. (2004). Spatial dynamics of agricultural practices on a basin territory: a retrospective study to implement models simulating nitrate flow. The case of the Seine basin. *Agronomie*, 24:219-236. <https://doi.org/10.1051/agro:2004015>
- Milaire, H.G. (1995). À propos de quelques définitions. *Phytoma La défense des végétaux*, 475, 7-9.
- Milleville, P. (1987). Recherche sur les pratiques des agriculteurs, dans : Cahiers de la recherche-développement, Numéro 16, 7 p.
- Mollison, B., Holmgren, D. (1978). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*, Melbourne, Transworld Publishers.
- Moneddji, AD. (2010). Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo.
- Montoroi, J.P. (1996). Gestion durable des sols de la mangrove au Sénégal en période de sécheresse. Dynamique de l'eau et géochimie des sels d'un bassin versant aménagé. Editions ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Collection ÉTUDES et THÈSES, 266p.
- Morel, K., Léger, F., Ferguson, S.R. (2019) (2nd edition). Permaculture, in Fath, B.D. (dir.), *Encyclopedia of Ecology*, Oxford, Elsevier, vol. 4, p. 559-567, DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10598-6.
- Morel, K., San Cristobal, M., Léger, F. (2017). Small can be beautiful for organic market gardens: An exploration of the economic viability of French microfarms using MERLIN, *Agricultural Systems*, vol. 158, p. 39-49, DOI: 10.1016/j.agsy.2017.08.008.
- Morin, O. (2011). L'agriculture, le bonheur et la faim : le cas des pays en développement face aux changements climatiques. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.). Université de Sherbrooke, Québec, Canada, Août 2011.
- Muliele, *et al.* (2017). Utilisation et gestion des pesticides en cultures maraîchères : cas de la zone de Nkolo dans la province du Kongo Central, République démocratique du Congo. *J. Appl. Biosci.*

- Multigner, L. (2005). Effets retardés des pesticides sur la santé humaine, *Environnement, Risques & Santé*-Vol. 4, n° 3, p.p. 187-194.
- Mumenthaler, C., Cavin, S.J. (2018). Les fermes urbaines en Suisse : hybridations agri-urbaines ou simples redéfinitions des catégories usuelles ? *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 31, DOI : 10.4000/vertigo.22030.
- Nadeau, F.R. (2012). Évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques d'un terrain contaminé par des métaux. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maitre en environnement (Québec), 76p.
- Naitormbaide, M., Lompo, F., Gnankambary, Z., Ouandaogo, N., & Sedogo, M.P. (2010). Les pratiques culturelles traditionnelles appauvrissent les sols en zone des savanes du Tchad. *In International Journal of Biological and Chemical Sciences. ISSN 1991-8631*, pp 871-881, August 2010.
- Ndao, T. (2008). Étude des principaux paramètres permettant une évaluation et une réduction des risques d'exposition des opérateurs lors de l'application de traitements phytosanitaires en culture maraîchère et cotonnière au Sénégal (thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 196 p.
- Ndiaye, E.H.M. (2009). Pratiques d'utilisation et teneurs en résidus de pesticides de l'eau du fleuve Sénégal : investigations au niveau des sites des Niayes, Ross-Béthio et Richard-Toll, Thèse de pharmacie, Dakar, n°93, 130 p.
- Née, É. (2017). Méthodes et outils informatiques pour l'analyse des discours. Rennes : Presses universitaires de Rennes, coll. « Didact Méthodes », 250p.
- Ngom, Mb. (1992). Contribution à la connaissance de l'utilisation des pesticides au Sénégal : enquête auprès de 146 maraîchers dans la zone des Niayes. Thèse de Pharmacie : Université de Dakar : Dakar, 83 p.
- Ngom, S., Traore, S., Thiam, M.B., Manga, A. (2012). Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Rev. Sci. Technol., Synthèse 25* : pp 119-130.
- Nuttens, F. (2002). La production vivrière en zone soudanienne (carte, graphiques et tableaux) Moundou, ONDR / DSN, 12 p.

- Nuyttens, D., Braekman, P., Windey, S., Sonck, B. (2009). Potential dermal pesticide exposure affected by greenhouse spray application technique. *Pest Manag. Sci.* 65(7), 781–790.
- Ohui, D.H. (2014). Risques environnementaux et sanitaires associés à l'utilisation des pesticides autour de petites retenues d'eau: Cas du bassin versant de Nariarlé. Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso, 110p.
- OMS-FAO, (2010). Code International de Conduite pour la Distribution et l'Utilisation des Pesticides, FAO, Mars 2010.
- Ouédraogo, M., Zougmore, R.B., Larwanou, L., Houessionon, P. (2019). Le Projet d'Appui à la Résilience Climatique pour un Développement Agricole Durable (PARC-DAD) au Niger est-il suffisamment climato-intelligent ? : Résultats des analyses participatives des projets terrain du PARC-DAD au Niger. CCAFS Info Note. Wageningen, Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, *Agriculture and Food Security* (CCAFS), 6 pages. <https://ccafs.cgiar.org/fr/publications/le-projetdappui-%C3%A0-la-r%C3%A9silience-climatique-pour-un-d%C3%A9veloppement-agricoledurable-parc#.XeVapK9CfDc>.
- PAN (Pesticide Action Network), (2006). «Document d'information sur la gestion des pesticides au Sénégal,» Pesticide Action Network Africa, Dakar, 2006.
- PAN (Pesticide Action Network), (2005). Étude d'impact socio-économique, sanitaire et environnemental de l'utilisation des POPs à Davié au Nord de Lomé (région Maritime), Togo, Rapport d'étude, Lomé, IPEP, PAN Togo, 37 p.
- Papaix, J., David, O., Lannou, C., Monod, H. (2013). Dynamics of Adaptation in Spatially heterogeneous Metapopulations. *PLoS ONE*, 8 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054697>.
- Parlement Européen & Conseil de l'Union Européenne, (2009). *Règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 21 octobre 2009*.
- Paul-Henry Chombart de Lauwe, Par F. N'Sougan Agblemagnon, Olivera Buric, M-J. Chombart de Lauwe, P-H. Chombart de Lauwe, Antonina Kloskowska, Khadidja Nauacer, J. Piotrowski, Guy Rocher, Leopold Rosenmayr, 1964. Images de la femme dans la société. Paris: Les éditions ouvrières, 1964. 280p.

- Paut, R., Sabatier, R., Dufils, A., Tchamitchian, M. (2021a). How to reconcile short-term and longterm objectives in mixed farms? A dynamic model application to mixed fruit tree - vegetable systems. *Agricultural Systems*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103011>.
- Penvern, S., Chieze, B., Simon, S. (2018). Trade-offs between dreams and reality: Agroecological orchard co-design. *13th European IFSA Symposium*, 1-5 July 2018, Chania, Greece, IFSA.
- Pertot, I., Caffi, T., Rossi, V., Mugnai, L., Hoffmann, C., Grando, M.S., *et al.* (2017). A Critical Review of Plant Protection Tools for Reducing Pesticide Use on Grapevine and New Perspectives for the Implementation of IPM in Viticulture. *Crop Protection*, 97:70-84. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.025>.
- Pezrès, E. (2010). La permaculture au sein de l'agriculture urbaine : du jardin au projet de société, *Vertigo - la Revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 10, n° 2, DOI : 10.4000/vertigo.9941.
- Pfeiffer, D.G., Muniappan, R., Sall, D., Diatta, P., Diongue, A., Dieng, E.O. (2013). First Record of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Senegal. *Florida Entomol.* 96(2), 661–662.
- Picheral, H. (2001). Dictionnaire raisonné de géographie de la santé. Collection Cahiers GEOS, Montpellier, Université Paul Valéry.
- Pignault, N., Pleyber, E., Champeaux, C., Guichard, L., Omon, B. (2009). Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement. *Notes et études socio-économiques*, Mars 2009, Vol. 32 p.61-94.
- Pignier, N. (2017). Le design et le vivant. Culture, agricultures et milieux paysagers, Saint-Denis, Connaissances et Savoirs, coll. « Communication et design ».
- Plan Cadre de Gestion des Pestes et Pesticides (PCGPP), (2021). Étude de faisabilité de l'Agropole Centre au Sénégal, Rapport 171p.
- Pourrias, J. (2014). Production alimentaire et pratiques culturelles en agriculture urbaine. Analyse agronomique de la fonction alimentaire des jardins associatifs urbains à Paris et Montréal. Thèse réalisée en co-tutelle entre l'Université du Québec à Montréal et AgroParisTech Aubry (UMR-SAD-APT, INRA-AgroParisTech).

- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical transactions of The Royal Society B*, n°363, p. 447-465.
- Prost, L., Berthet, E.T.A., Cerf, M., Jeuffroy, M.-H., Labatut, J., Meynard, J.-M. (2016). Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: scientific challenges. *Research in Engineering Design*, 28:119-129. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0233-4>.
- Puech, C., Brulaire, A., Paraiso, J., Faloya, V. (2021). Collective design of innovative agroecological cropping systems for the industrial vegetable sector. *Agricultural Systems*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103153>.
- Quinney, M., Bonilla-Findji, O., Jarvis, A. (2016). CSA Programming and Indicator Tool: 3 Steps for increasing programming effectiveness and outcome tracking of CSA interventions. CCAFS Tool Beta version. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, *Agriculture and Food Security* (CCAFS).
- Rabhi, P. (2005). L'agroécologie expliquée en 10 points par Pierre Rabhi. In Passerelle Eco. L'agroécologie expliquée en 10 points par Pierre Rabhi, [En ligne]. [http://www.passerelleco.info/article.php?id\\_article=484](http://www.passerelleco.info/article.php?id_article=484) (page consultée le 24/10/2022)
- Reghezza-Zitt, M., Rufat, S., Djament-Tran, G., Le Blanc, A., Lhomme, S. (2012). What resilience is not: uses and abuses. Cybergeog: *European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, document 621. <http://cybergeog.revues.org/25554>.
- Regnault, R.C., Fabres, G., Philogène, B.J.R. (2005). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Éditions TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 1012 p.
- Riviere, J.L. (1998). Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires-INRA, 47 p.
- Roche, C. (1985). Histoire de la Casamance : conquête et résistance, 1850-1920. Editions KARTHALA 22-24, boulevard Arago 75013 – PARIS. *Collection « Hommes et Sociétés », Volume 15 de Hommes et Sociétés, Histoire et anthropologie*, 401p.
- Rochefort, S., Lalancette, R., Labbe, R. & Brodeur, J. (2006). Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Rapport final, Projet PARDE, Volet Entomologie, Université Laval. Pp.10-28.



- Roy, B. (2000). Réflexions sur le thème quête de l'optimum et aide à la décision. In: Thépot J., Godet M., Roubelat F. *Décision, prospective, auto-organisation : mélanges en l'honneur de Jacques Lesourne*. En appendice : biographie et bibliographie de J. Lesourne. Paris: Dunod. p. 61-83.
- Ruiz, J. & Domon, G. (2005). Les paysages de l'agriculture en mutation. In *Poullaouec-Gonidec, P., Domon, G. et S. Paquette (Éds.). Paysages en perspective*. Presses de l'université de Montréal, série « Paysages », Montréal, pp. 47-97.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Roger-Estrade, J., Sarthou, JP. (2012). Using landscape indicators to predict high pest infestations and successful natural pest control at the regional scale. *Landscape and urban planning*, 105:62-73. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.021>.
- Saj, S., Torquebiau, E., Hainzelin, E., Pages, J. & Maraux, F. (2017). The way forward: An agroecological perspective for Climate-Smart Agriculture. *Agriculture, ecosystems and environment*, 20-24pages.
- Salah, D. (2012). Gestion du risque environnemental des produits phytosanitaires lié à la variabilité des sols. Application sur des systèmes de production du bassin de l'Étang de l'Or. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM. 92 p. (Master of Science, n. 121).
- Salembier, C., Segrestin, B., Berthet, E., Weil, B., Meynard, J.-M. (2018). Genealogy of design reasoning in agronomy: Lessons for supporting the design of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 164:277-290. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.005>.
- Salembier, C., Elverdin, J.H., Meynard, J.M. (2016). Tracking on-farm innovations to unearth alternatives to the dominant soybean-based system in the Argentinean Pampa. *Agron. Sustain. Dev.*, 36 (1). <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0343-9>.
- Sambou, A.K., Mbaye, I., & Fall, M. (2021). Impacts de l'usage des produits chimiques sur la santé humaine et l'environnement en milieu rural : cas de Diannah et de Kabadio (Région de Ziguinchor/Sénégal) *Revue de géographie* du laboratoire Leïdi\_ISSN 0851-2512\_N°25\_Juillet 2021.
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers, *Biological Conservation*, 232:8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>.

- Sané, T. (2017). Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal), 376p.
- Schiffers, B., Moreira, C. (2011). Fondements de la protection des cultures, Manuel n° 7 : COLEACP/PIP Press. Bruxelles / Belgique : Programme PIP/COLEACP, 294 p.
- Schiffers, B., Samb, B. (2011). Analyse des risques et autocontrôle en production, Manuel n° 3 : COLEACP/PIP Press. Bruxelles / Belgique : Programme PIP/COLEACP, 154 p.
- Schiffers, B. (2011). Itinéraire technique de la tomate cerise (*Lycopersicon esculentum*), COLEACP/PIP, 46 p.
- Schneider, O., Roger-Estrade, J., Aubertot, J.N., Doré, T. (2006). Effect of seeders and tillage equipment on vertical distribution of oilseed rape stubble. *Soil & Tillage Research*, 85:115-122. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.12.007>.
- Schott, C., Mignolet, C., Meynard, J.M. (2010). Les oléoprotéagineux dans les systèmes de culture : évolution des assolements et des successions culturales depuis les années 1970 dans le bassin de la Seine. *OCL*, 17:276-291. <https://doi.org/10.1051/ocl.2010.0334>.
- Seck, M.L.T. (2001). Perception des risques liés à l'usage des pesticides : enquête menée dans la communauté rurale de Mboro (région de Thiès - département de Tivaouane), Thèse de Pharmacie, Dakar, n° 101, 83 p.
- Séguy, L., Bouzinac, S., Husson, O. (2006). Direct-seeded tropical soil systems with permanent soil cover: learning from brazilian experience. Biological approaches to sustainable soil systems. N. Uphoff, A. Ball, E. Fernandes et al. (Ed.). Boca Raton, FL, USA, Taylor & Francis: 323-336.
- Sène, M. (2008). Pratiques d'utilisation des pesticides et teneurs en résidus des produits horticoles dans la zone des Niayes de Mboro : effets éventuels sur la santé publique. Thèse de pharmacie, Dakar: UCAD, 2008.
- Serra, A.A., Alberto, D., Sulmon, C., et al. (2016). Implications des communautés végétales péri-agricoles dans la dynamique environnementale des pollutions par les pesticides, *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, Vol. 71 (3), p.p.203-221.
- Serpantié, G. (2009). L'agriculture de conservation à la croisée des chemins en Afrique et à Madagascar, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 9

Numéro 3, [En ligne] (page consultée le 28 Octobre 2022) URL : <https://vertigo.revues.org/9290>.

- Siebers, J., Binner, R., Wittich, K-P. (2003). Investigation on downwind short-range transport of pesticides after application in agricultural crops. *Chemosphere*, Volume 51, Issue 5, 2003, pp. 397-407, ISSN 0045-6535, [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00820-2](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00820-2).
- Simon, S., Lesueur-Jannoyer, M., Plénet, D., Lauri, P.E., Le Bellec, F. (2017). Methodology to design agroecological orchards: Learnings from on-station and on-farm experiences. *Eur. J. Agr.*, 82:320-330. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.09.004>.
- Simon, H.A. (1960). *The new science of management decision*. New York: Harper. 50 p. (The Ford distinguished lectures, vol. 3).
- Singh, V., Singh, H., Raghubanshi, A.S. (2017). Effect of N application on emergence and growth of weeds associated with rice. *Tropical Ecology*, 58:807-822.
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A.B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., *et al.* (2019). Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(33):16442-16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>.
- Smith, C. (2015). *Permaculture - History and Futures*, *Foresight International*, Australia, [https://foresightinternational.com.au/wpcontent/uploads/2015/09/Smith\\_Permaculture2\\_History\\_Futures.pdf](https://foresightinternational.com.au/wpcontent/uploads/2015/09/Smith_Permaculture2_History_Futures.pdf).
- Snelder, D.J., Masipiquena, M.D., de Snoo, G.R. (2008). Risk assessment of pesticide usage by smallholder farmers in the Cagayan valley (Philippines). *Crop Prot* 27 : 747-62.
- Soltner, D. (1986). Préface à l'édition française, in *Mollison B., Holmgren D., Permaculture 1. Une agriculture pérenne pour l'autosuffisance et les exploitations de toutes tailles*, Paris, Éditions Debard.
- Son, D. (2018). Analyse des risques liés à l'emploi des pesticides et mesure de la performance de la lutte intégrée en culture de tomate au Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique 234p.
- Son, D., Somda, I., Legrève, A., Schiffers, B. (2017). Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures* 26: 25005. DOI: 10.1051/cagri/2017010.

- Sougnabe, S.P., Yandia, A., Acheleke, J., Brevault, T., Vaissayre, M., & Ngartoubam, L.T. (2009). Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d'Afrique centrale, In *Savanes africaines en développement : innover pour durer*, Garoua, Cameroun, 1 - 13p.
- Sow, M., Marone, M., Ndiaye, S., *et al.* (2008). Étude socio-économique de l'utilisation des pesticides au Sénégal, Conseil Économique et Social du Sénégal, Rapport, 146p. [http://www.iamm.fr/ressources/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=8432](http://www.iamm.fr/ressources/opac_css/doc_num.php?explnum_id=8432).
- Sow, F., Ayesha, I., & Mama, A. (2004). *Sexe, genre et société: engendrer les sciences sociales africaines*, KARTHALA éditions, 2004, 461p.
- Sprague, R.H., Carlson, E.D. (1982). *Building effective decision support systems*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 329 p.
- Stomph, T., Dordas, C., Baranger, A., de Rijk, J., Dong, B., Evers, J., *et al.* (2020). Designing intercrops for high yield, yield stability and efficient use of resources: Are there principles? *Advances in Agronomy*, 160. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.002>
- Tarnagda, B., Tankoano, A., Tapsoba, F., Sourabié, P.B., Abdoullahi, H.O., Djbrine, A.O., Drabo, K.M., Traoré, Y., Savadogo, A. (2017). Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles : le cas des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers d'Ouagadougou, Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.* 117, 11658–11668.
- Tchuinte, G.M.S. (2005). Étude socioéconomique des systèmes de production maraîchère en zones urbaines et périurbaine de la ville de Djougou (Département de la Donga). *Mém. Ing. Agron., FSA, Univ. Abomey-Calavi, Cotonou.* 141 pp.
- Teissier, J. H. (1979). Relations entre techniques et pratiques. - INRAP, n°38, 19 p.
- Thiam, A., & Sagna, M.B. (2009). Monitoring des pesticides au niveau des communautés à la base. Rapport régional Afrique, PAN Africa, Dakar, Sénégal, 2009.
- Thistle, D., Levin, L.A. (1998). The effect of experimentally increased near-bottom flow on metazoan meiofauna at a deep-sea site, with comparison data on macrofauna. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Volume 45, Issues 4-5, 1998, pp. 625-638, ISSN 0967-0637, [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(97\)00101-5](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(97)00101-5).
- Thornhill, E.W., Matthews, G.A., Clayton, J.S. (1996). Potential operator exposure to insecticides: a comparison between knapsack and CDA hand sprayers. BCPC, Conference on Pests & Diseases, Brighton, pp. 1175-1180.

- Toe, A.M., Kinane, M.L., Koné, S., & Sanfo-Boyarm, E. (2004). Le non-respect des bonnes pratiques agricoles dans l'utilisation de l'endosulfan comme insecticides en culture cotonnière au Burkina Faso: quelques conséquences pour la santé humaine et l'environnement, *Rev. Afr. Sant. Prod. Animal.*, Vol. 2 (3), 275-278.
- Traoré, S.K., *et al.* (2008). Contrôle des pesticides organochlorés dans le lait et produits laitiers : Bioaccumulation et risques d'exposition, *Afrique SCIENCE*, p.p.87-98.
- Triomphe, B., Goulet, F., Dreyfus, F., Tourdonnet, (de) S. (2007). Du labour au non-labour : pratiques, innovations et enjeux au Sud et au Nord, Nous labourons, *Actes du colloque «Techniques de travail de la terre, hier et aujourd'hui, ici et là-bas»*, R. Bourrigaud et F. Sigaut, Nantes, Nozay, Châteaubriant, 25-28 octobre 2006, Nantes, CHT, pp 371-383.
- Turban, E. (1995). Decision support and expert systems management support systems. 4 ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 976p.
- Valdes-Gomez, H., Gary, C., Vartolaro, P., Lolas-Caneo, M., Calonnec, A. (2011). Powdery mildew development is positively influenced by grapevine vegetative growth induced by different soil management strategies. *Crop Protection*, 30:1168-1177. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.05.014>.
- Van der Leeuw, S.E. (2001). Vulnerability and the Integrated Study of Socio-Natural Phenomena, IHDP Update, *Newsletter of the IHDP*, n°2, 2001.
- Vanloqueren, G., Baret, P. (2008). Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. *Ecol. Econ.*, 66:436-446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.007>.
- Van Pul, W.A.J., Bidleman, T.F., Brorström-Lundén, E., Peter, J.H.B, Dutchak, S., Duyzer, J.H., Gryning, S.E., Jones, K.C., Van Dijk, H.F.G., & Van Jaarsveld, J.H.A. (1999). Atmospheric Transport and Deposition of Pesticides: An Assessment of Current Knowledge. *Water, Air, and Soil Pollution* 115, 245-256 (1999). <https://doi.org/10.1023/A:1005238430531>.
- Vasseur, C., Joannon, A., Aviron, S., Burel, F., Meynard, J.M., Baudry, J. (2013). The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 166:3-14. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.08.013>.

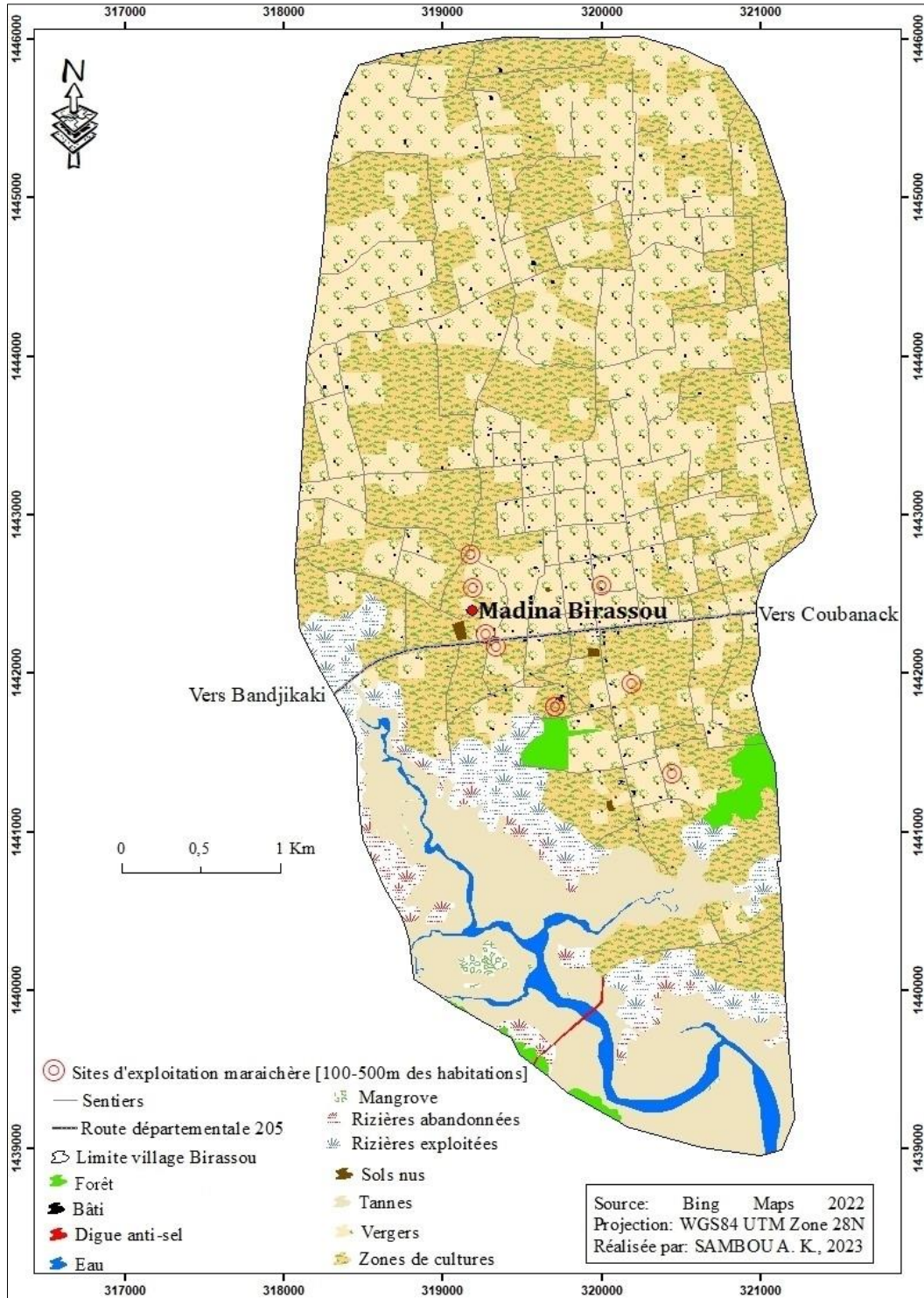
- Verret, V., Pelzer, E., Bedoussac, L., Jeuffroy, M.H. (2020). Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design: the case of annual mixtures including a legume crop. *Eur J Agr*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018>.
- Veyret, Y. (2003). Les risques, Paris : SEDES/VUEF, coll. Dossiers des images économiques du monde, pp. 16-20.
- Viala, A. (1998). *Éléments de Toxicologie*. Paris : Technique & Documentation.
- Vieillefon, J. (1977). Les sols des mangroves et des tannes de Basse-Casamance (Sénégal). Importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogenèse. Mémoire ORSTOM, Paris, 291p.
- Vitali, M., Protano, C., Del Monte, A., Ensabella, F., Guidotti, M. (2009). Operative modalities and exposure to pesticides during open field treatments among a group of agricultural subcontractors. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 57(1), 193-202.
- Wade, C.S. (2003). L'utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement. Étude menée dans la région de Thiès, Thèse Pharmacie, Dakar, UCAD, 55p.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4):503-515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>.
- Wisner, B., et al. (2004). *At Risk Second Edition. Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, London: Routledge.
- Wognin, A.S., Ouffoue, S.K., Assemmand, E.F., & Tano, K. (2013). Perception des risques sanitaires dans le maraîchage à Abidjan, Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(5), 1829–1837.
- Yarou Boni, B., Silvie, P., Assogba Komlan, F., Mensah, A., Alabi, T., Verheggen, F., & Francis, F. (2017). «Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique)», BASE [En ligne], Volume 21 (2017), Numéro 4, 288-304 URL : <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=16175>.
- Yovo, K. (2010). Consentement à payer les biopesticides: une enquête auprès des maraîchers du littoral au sud-Togo, *tropicultura*, 28: 2, 101-106.

- Zabeirou, H., Guero, Y., Tankari, D.B.A., Haougui, A. & Basso, A. (2018). Pratiques paysannes d'utilisation des pesticides sur les cultures maraichères dans le département de Madaoua, Niger. *Environmental and Water Sciences, Public Health & Territorial Intelligence (EWASH & TI Journal)*, 2018 Volume 2, pp 63-74. ISSN Electronic Edition: 2509 – 1069. Acces on line: <http://revues.imist.ma/?journal=ewash-ti/>
- Zahm F., 2003: Méthodes de diagnostic des exploitations agricoles et indicateurs : panorama et cas particuliers appliqués à l'évaluation des pratiques phytosanitaires. *Ingénieries*, Mars 2003, n.33, p.13-34.
- Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., *et al.* (2000). Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, 406:718-722. <https://doi.org/10.1038/35021046>.
- Zougmoré, R., Sy, Traoré, A., Mbodj, Y. (Eds.). (2015). Paysage scientifique, politique et financier de l'Agriculture Intelligente face au Climat en Afrique de l'Ouest. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS) pp.47-59. (CGIAR Research Program on Climate Change, *Agriculture and Food Security* (CAAFS) Working Paper 118).



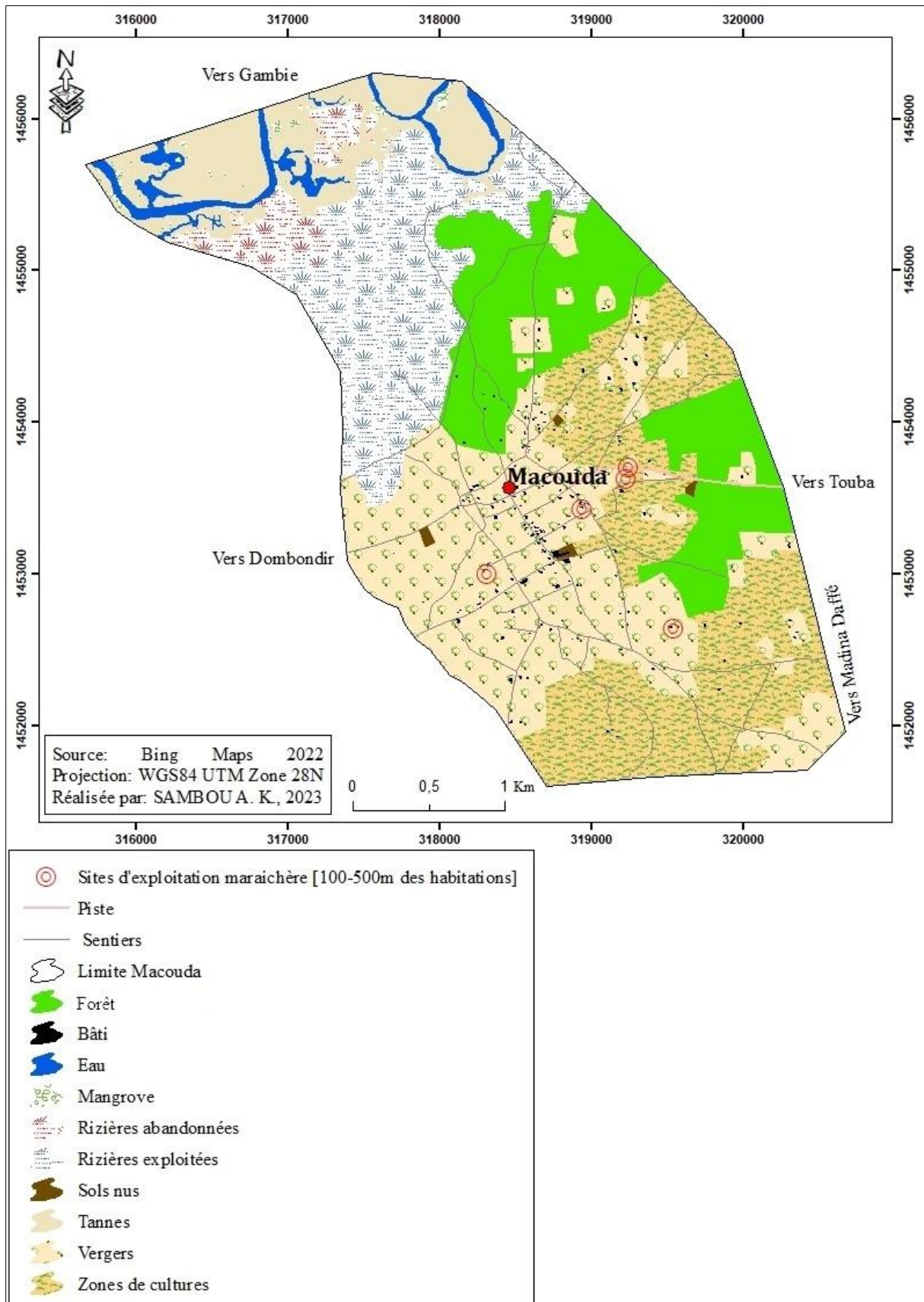
# ANNEXES

**Annexe 1 :** Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Madina Birassou

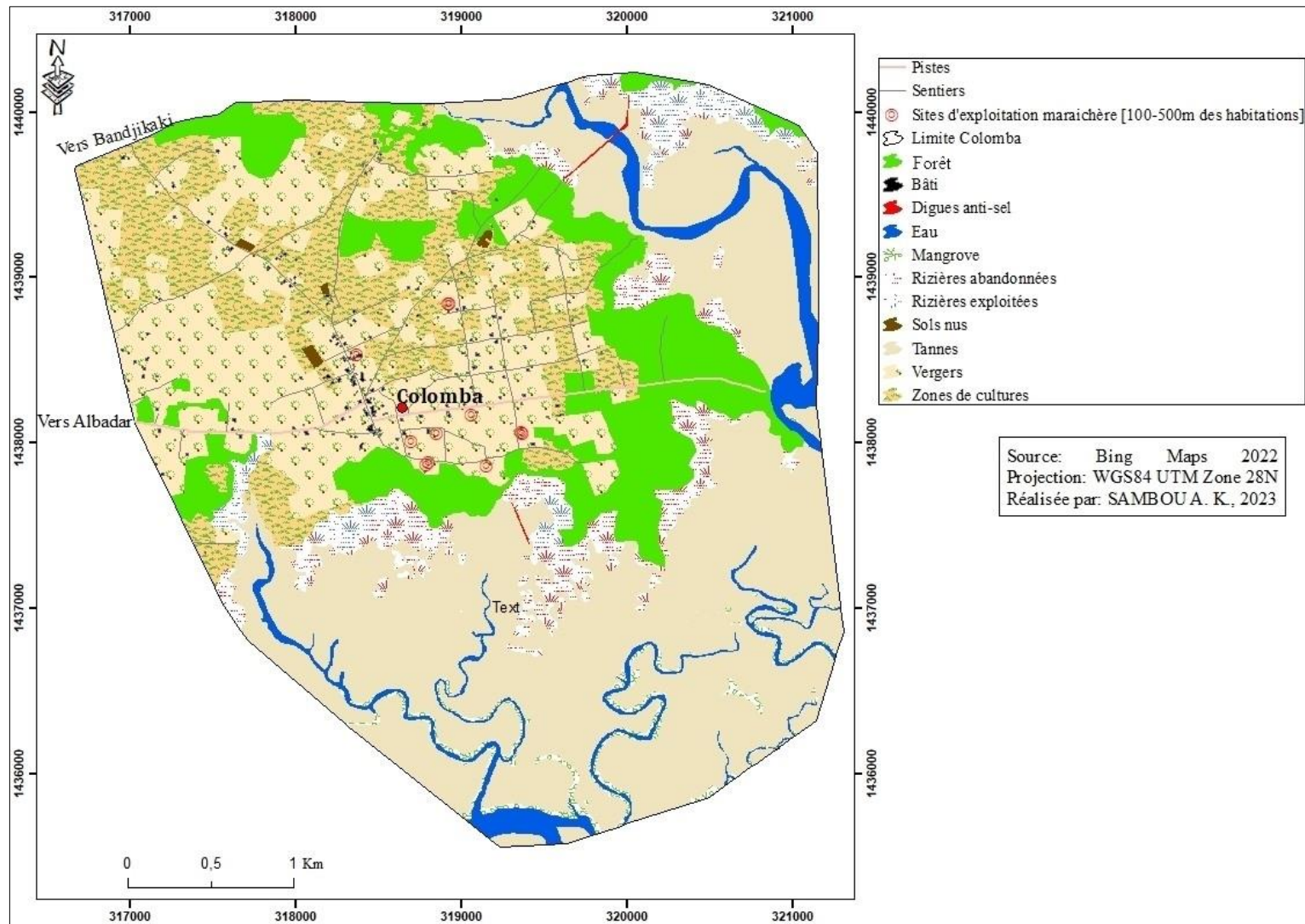




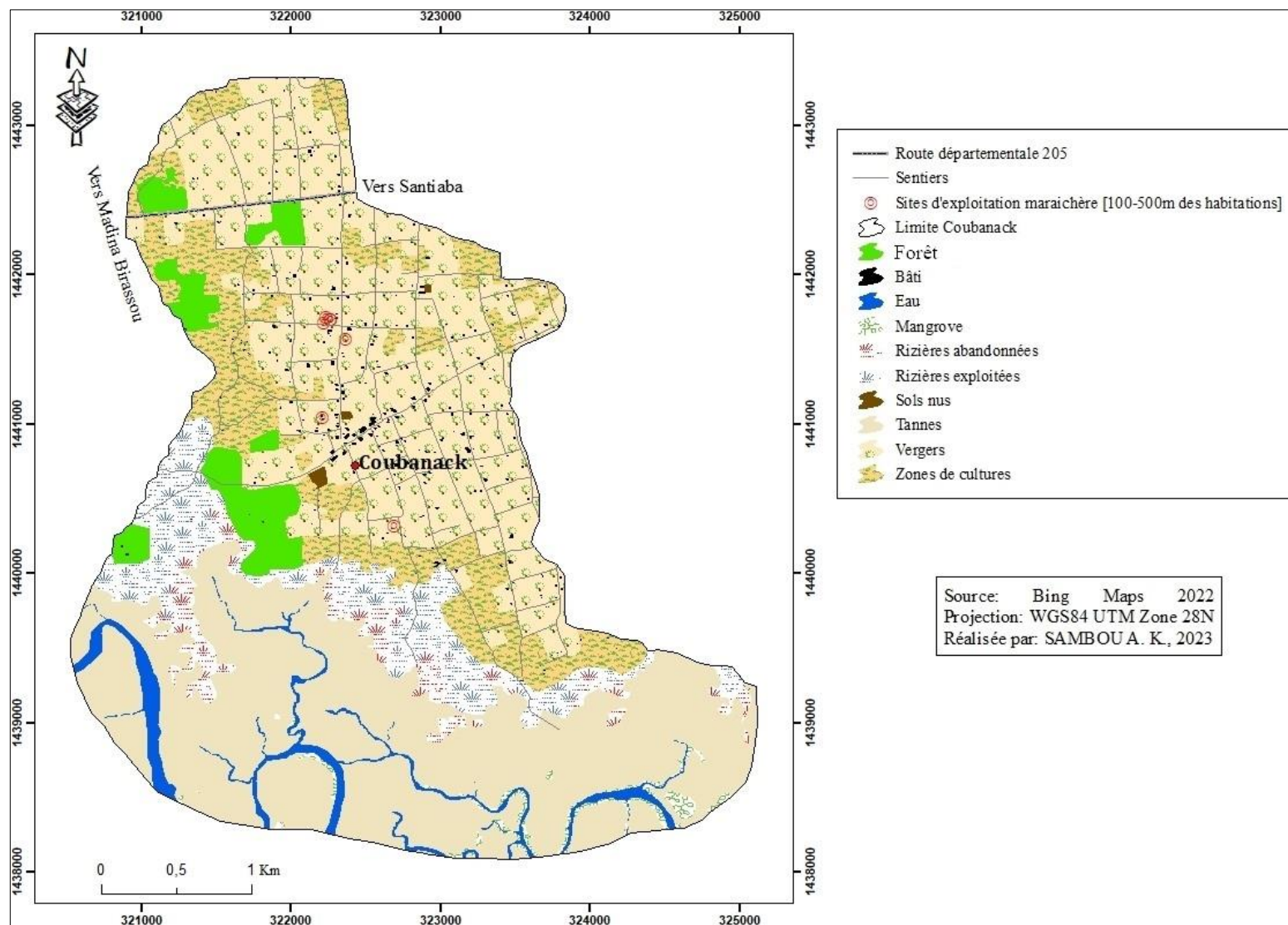
**Annexe 2 : Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Macouda**



**Annexe 3 : Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Colomba**

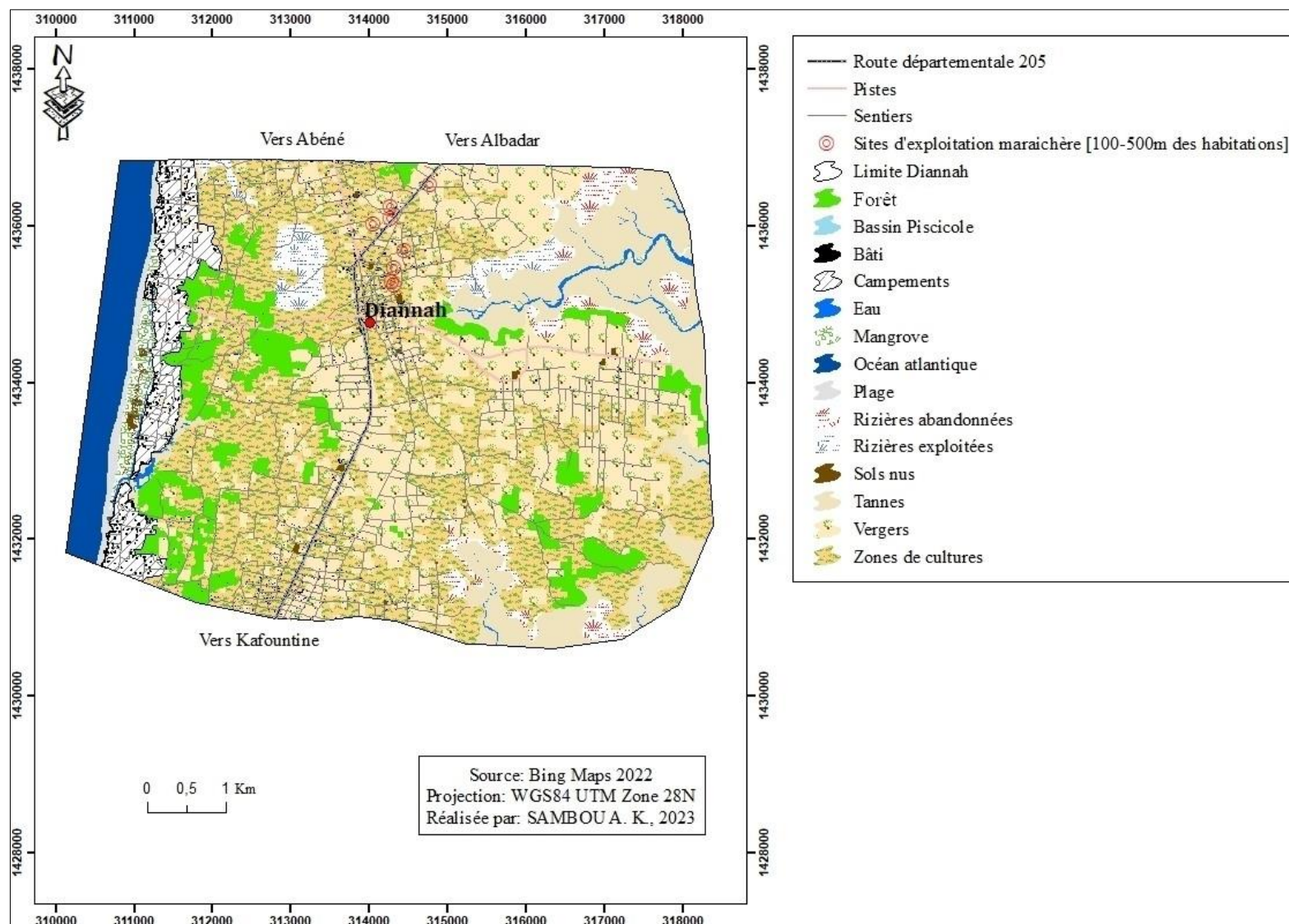


**Annexe 4 :** Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Coubanack

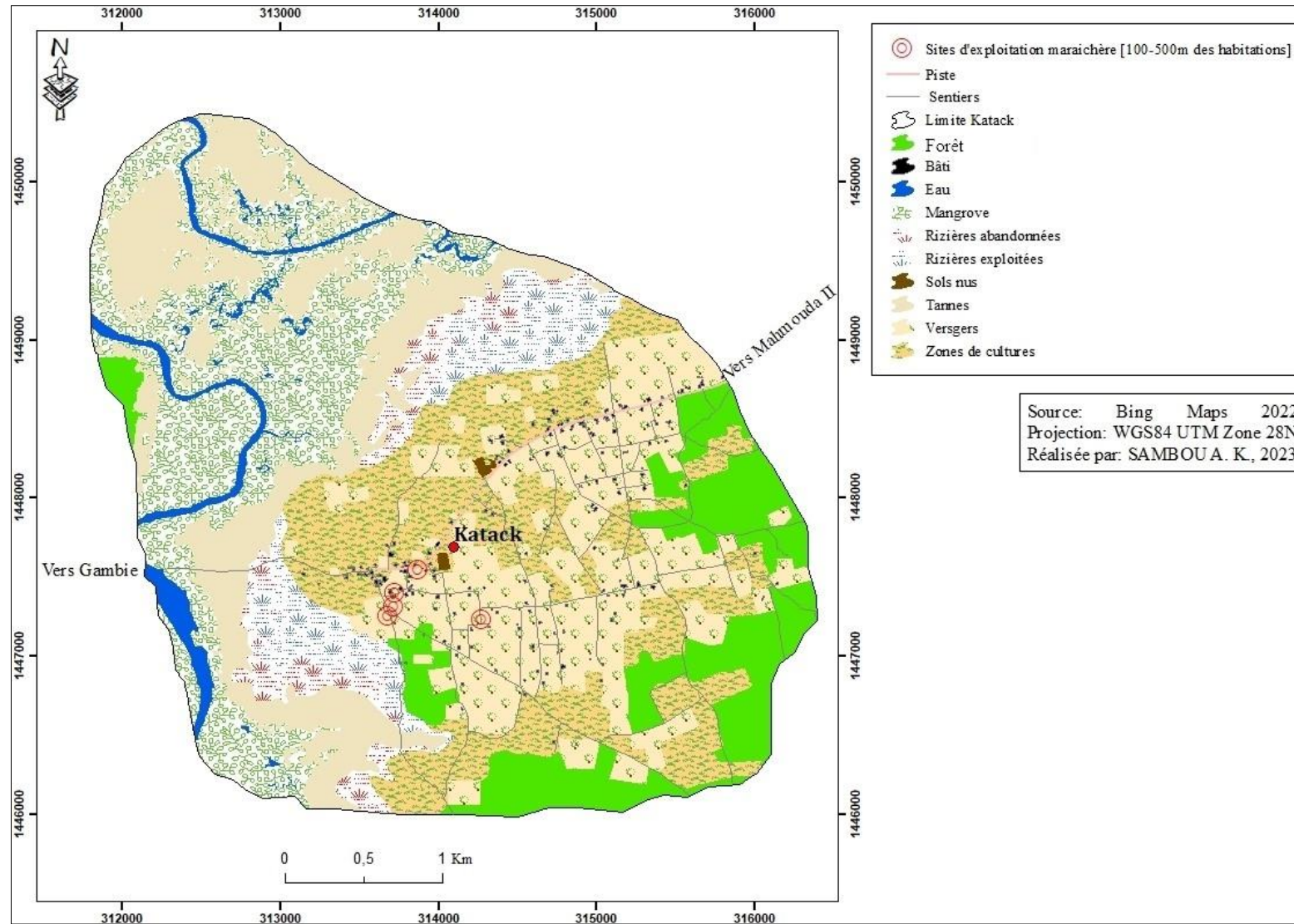




**Annexe 5** : Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Diannah



**Annexe 6 :** Carte de localisation des sites d'exploitation maraîchère situés entre 100 à 500m des habitations à Katak



**Annexe 7 : Tableau de Synthèse de la réglementation internationale sur la gestion des produits phytosanitaires**

| <b>CONVENTION<br/>ET<br/>PROTOCOLE</b>   | <b>PORTEE</b>  | <b>OBJECTIFS</b>   | <b>CYCLE DE VIE DU<br/>PRODUIT<br/>PHYTOSANITAIRE</b>  |
|--|--|--|--|
| Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC)      | Produits chimiques interdits ou limités et formulations phytosanitaires strictement réglementés                            | Contrôler les importations et les exportations : autorisées si consentement préalable en connaissance de cause.  | Mouvements transfrontières (exportations)  |
| Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP)                                 | 12 POP dont 9 pesticides (aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex et toxaphène) | Interdire et supprimer progressivement la fabrication et l'emploi de POP ainsi que les rejets involontaires (par ex. dioxines, furanes). Gérer les déchets de stocks (produits périmés), incluant l'assainissement du sol contaminé. | Production Enregistrement<br>Utilisation (application)<br>Gestion des déchets (synergies avec la Convention de Bâle) |
| Protocole de Montréal à la Convention de Vienne sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone | Substances qui appauvrissent la Couche d'ozone (SAO), y compris le bromure de méthyle                                      | Suppression progressive de la production et l'utilisation de SAO afin de protéger la couche d'ozone et lui permettre de se reconstituer.   | Production Enregistrement<br>Utilisation (application)<br>Gestion des déchets (synergies avec la Convention de Bâle) |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination       | Tout type de déchet  | Parvenir à une gestion et une élimination des déchets écologiquement rationnelle et contrôler leurs mouvements transfrontières en mettant en place des procédures PIC. | Gestion des déchets                      |
| Convention de l'OIT concernant la sécurité dans l'utilisation des produits chimiques au travail                  | Tous les produits chimiques  | Protéger les travailleurs en mettant en place des contrôles sur tous les aspects liés à l'emploi de produits chimiques au travail.                                     | Fabrication et application (utilisation) |
| Convention de l'OIT sur la sécurité et la santé dans l'agriculture (C184)  | Produits phytosanitaires et autres produits chimiques agricoles            | Protéger des agriculteurs.   | Utilisation (application)                |
| Convention internationale pour la protection des végétaux  | Toutes les initiatives chimiques et non chimiques concernant les ravageurs | Empêcher la propagation et de l'introduction de ravageurs de végétaux ou de produits végétaux ; encourager des mesures appropriées pour lutter contre ceux-ci.         | Commerce de produits agricoles           |
| Convention sur la diversité biologique et Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques | Tous les aspects de la biodiversité  | Inverser la tendance de perte de biodiversité en favorisant le développement durable ; protéger des risques potentiels causés par les OGM.                             | Utilisation (application)                |
| Convention de Ramsar (recommandation 6.14)   | Produits chimiques et zones Humides  | Protéger les oiseaux migrateurs.   | Utilisation (application)                |

Source : Plan Cadre de Gestion des Pestes et Pesticides (PCGPP, 2021)

**Annexe 8 : Tableau de synthèse de la réglementation sous-régionale sur la gestion des pesticides**

| Textes  | Objet  |
|---|--|
| Convention phytosanitaire pour l’Afrique au sud du Sahara   | Elle vise à empêcher l’introduction des maladies, insectes nuisibles et autres ennemis des végétaux dans les régions de l’Afrique situées au Sud du Sahara, les éliminer ou les combattre lorsqu’ils sont présents dans cette région et empêcher la propagation.   |
| Convention phytosanitaire pour l’Afrique  | Elle a été élaborée dans le but de combattre et éliminer les maladies des plantes en Afrique et prévenir l’apparition de maladies nouvelles.   |
| Convention de l’organisation contre le Criquet migrateur africain   | Elle vise à mener sur le plan international, une lutte préventive contre le criquet migrateur africain et étendre cette lutte contre d’autres espèces d’acridiens migrants.  |
| Convention de Bamako sur l’interdiction d’importer des déchets dangereux en Afrique et le contrôle de leurs mouvements transfrontaliers | Elle engage les parties prenantes à prendre des mesures juridiques, administratives et autres appropriées sur les territoires, relevant de leur juridiction, en vue d’interdire l’importation en Afrique de tous les déchets dangereux pour quelque raison que ce soit en provenance des parties non contractantes |
| Réglementation commune aux États membres du CILSS sur l’homologation des pesticides   | Elle permet aux pays de pratiquer une lutte chimique judicieuse et respectueuse de l’environnement, ceci dans le cadre d’une approche de gestion intégrée des nuisibles des cultures.  |

*Source : Plan Cadre de Gestion des Pestes et Pesticides (PCGPP, 2021)*



**Annexe 9 : Tableau de synthèse de la politique internationale de gestion des pesticides comparée à celle actuelle au Sénégal**

| <b>GESTION DES PESTICIDES</b>  | <b>GESTION ACTUELLE DES PESTICIDES</b>  |
|--|---|
| <b>SELON LA POLITIQUE INTERNATIONALE<sup>12</sup></b>  | <b>AU SENEGAL</b>   |
| <b>CHOIX DU PRODUIT</b>  |   |
| Identification de l'ennemi à combattre. Opportunité d'appliquer un produit phytosanitaire ou bien si une Solution biologique ou culturale suffit | Ennemi à combattre mal connu. Utilisation des produits disponibles. Pas de solution biologique ou culturale maîtrisée |
| Informations préalables sur le produit recommandé : dose et méthode d'application, époque de traitement, fréquence, précautions à prendre, etc.  | Informations sur le produit : éparses, non consignées dans un document  |
| Formation technique préalable des utilisateurs des pesticides  | Formation non organisée   |
| <b>ACQUISITION DES PESTICIDES</b>  |   |
| Tenir compte de la législation phytosanitaire du pays, de l'efficacité des produits sur le terrain   | L'application de la loi non encore effective.   |
|  | Les pesticides sont utilisés de façon empirique sans essais comparatifs préalables ni évaluation d'efficacité.        |
| Livraison sécuritaire des produits jusqu'aux zones d'utilisation   | Les achats anarchiques  |
| Alterner les produits pour éviter la résistance des ravageurs  | Généralement les mêmes produits sont utilisés   |
| Fourniture d'équipements de traitement et de protection  | Équipements de traitement déficitaire/ vétuste/ rudimentaire<br><br>Pas de matériels de protection adéquats           |
| Formation sur l'utilisation sécurisée des pesticides   | Formation non organisée   |
| <b>FORMULATION ET RECONDITIONNEMENT</b>  |   |
| Si nécessaire, négocier avec le fournisseur qui apporterait emballages et étiquettes   | Les fournisseurs reconditionnent et livrent parfois les pesticides dans des sachets en plastiques sans étiquettes.    |
| L'opération de reconditionnement est réglementée   | Aucune réglementation en vigueur  |
| <b>TRANSPORT DES PESTICIDES</b>  |   |
| Se conformer aux lois et règlements du pays  | La loi existe mais manque les mesures d'application   |
|  | Les emballages sans étiquettes sont transportés.  |

<sup>12</sup> Le Code International de Conduite pour la Distribution et l'Utilisation des Pesticides (OMS-FAO) Mars 2010 ; Normes Internationales pour les Mesures Phytosanitaires (NIMP) FAO (édition 2005)

|  |   |
|--|---|
| Ne pas transporter les emballages endommagés, sans étiquettes. Tenir les produits éloignés des passagers, du bétail et des denrées alimentaires. Charger et décharger les produits avec soins  | Les mesures sécuritaires ne sont généralement pas prises  |
| Informé le transporteur de la présence des pesticides dans le véhicule   | Information non donnée  |
| <b>STOCKAGE DES PESTICIDES</b>   |   |
| Se conformer aux lois et règlements du pays  | La loi existe mais l'application n'est pas effective  |
| Ne jamais stocker les pesticides avec les denrées  | Les pesticides sont stockés dans les mêmes entrepôts que tous les autres biens de la ferme et la récolte.   |
| Stocker séparément les herbicides des insecticides et fongicides   | Tous les pesticides sont stockés ensemble   |
| L'entrepôt doit être éclairé, aéré et sec, toujours fermé et inaccessible au public, pourvu de pictogrammes visibles avec espace pour ranger les contenants vides, équipements de protection. Présence d'extincteurs, du matériel absorbant et des équipements de dosage, d'un lavabo et savon, etc. | Les entrepôts non conformes aux normes internationales. Les bureaux servent parfois d'entrepôts   |
| <b>DISTRIBUTION</b>  |   |
| Règlementée  | La loi existe mais l'application n'est pas effective.   |
|  | Tout commerçant intéressé par ce business l'entreprend même sans infrastructure et sans Connaissance préalable  |
| Informé les utilisateurs de la toxicité et de la dangerosité du produit distribué  | Non fait par les revendeurs   |
| <b>ETIQUETAGE</b>  |   |
| Doit contenir les informations sur produit et son usage, sur les précautions à prendre, etc.   | Présence parfois des produits sans étiquettes ou étiquettes écrites en langue non connue par l'utilisateur  |
| <b>MANIPULATION DES PESTICIDES</b>   |   |
| Compétence professionnelle requise à chaque niveau organisationnel garanti par une formation à chaque début de saison  | Connaissance technique limitée.<br><br>Formation non organisée  |
| S'assurer que toutes les dispositions sécuritaires ont été prises  | Les dispositions sécuritaires ne sont pas prises ou prises mal  |
| Instaurer un système d'évaluation de la Campagne   | Evaluation limitée  |
| <b>GESTION DES CONTENANTS VIDES</b>  |   |
| Ne jamais réutiliser les contenants vides ex-pesticides. Les retourner chez le fabricant ou les décontaminer et les détruire selon les normes de la FAO/OMS  | Les contenants vides sont généralement réutilisés ou soit jetés dans la nature, soit brûlés ou enfouis dans le sol sans<br><br>Décontamination préalable. |

## ELIMINATION DES PESTICIDES PERIMES

Les pesticides périmés doivent être éliminés selon les normes de la FAO

Tous les produits disponibles sont utilisés (commercialisation en vrac dans des emballages non adaptés souvent sans date).

Les agriculteurs font rarement attention à la date de péremption des produits souvent non mentionnée sur l'étiquette.

*Source : (PCGPP, 2021)*

### Annexe 10 : Questionnaire sur les pratiques d'utilisation des pesticides dans l'agriculture

#### Usage des pesticides dans l'agriculture et risques pour la santé et l'environnement

1. Prénom (s) et Nom du/de la répondant-e

2. Ethnie du répondant

- Diola
- Mandingue
- Wolof
- Sérère
- Peul
- Balante
- Manjack
- Mancagne
- Autres

3. Village

- Diannah
- Kadio
- Madina Birassou
- Mahmouda II
- Macouda
- Colomba
- Coubanack
- Katak
- Dombondir
- Madina Daffé

4. Sexe

- Homme
- Femme

**5. Age du répondant**

-20 ans

20 ans

20 à 30 ans

+30 ans

**6. Situation matrimoniale**

- Marié (e)
- Célibataire
- Divorcé (e)
- Veuf (ve)

**7. Niveau d'instruction**

- Analphabète
- Élémentaire
- Moyen
- Secondaire
- Supérieur
- Coranique
- Franco-Arabe

**8. Si Coranique, savez-vous lire en français ?**

- Oui
- Non

**9. Taille du ménage**

- Moins de 5
- 5 à 10
- 10 à 15
- Plus de 15

**10. Nombre de chambres**

- 1-2 chambres
- 3-5 chambres
- 6-8 chambres
- 8-10 chambres
- + 10 chambres

**11. Quelle est votre activité principale ?**

- Agriculture
- Pêche
- Élevage
- Commerce
- Enseignement
- Ménage
- Autres à préciser

**12. Activités secondaires**

---

**13. Quelle est votre principale culture ?**

- Arachide
- Niébé
- Haricot
- Mil
- Maïs
- Riz
- Sorgho
- Fonio
- Horticulture et maraîchage
- Arboriculture fruitière
- Anacarde
- Autres cultures à préciser
- Pastèque
- Patate douce
- Manioc

**14. Quelles sont les types de cultures que vous pratiquez ?**

- Arachide
- Niébé
- Haricot
- Mil
- Maïs
- Riz
- Sorgho
- Fonio
- Production horticole et maraîchère
- Patate douce
- Pastèque
- Anacarde
- Autres (préciser)
- Arboriculture fruitière
- Manioc

**15. Quelle est votre superficie emblavée?**

- 0 ha - 0,5 ha
- 0,6 ha - 1 ha
- 1 ha - 2 ha
- 2 ha - 3 ha
- 3 ha - 4 ha
- +4 ha

**16. Depuis combien de temps pratiquez-vous l'agriculture ?**

- Moins de 10 ans
- 10 à 15 ans
- 15 à 20 ans
- 20 à 25 ans
- 25 à 30 ans
- Plus de 30 ans

**17. Quels types de matériels agricoles disposez-vous ?**

- Charrue
- Daba
- Charrette
- Houe
- Kadiandou
- Semoir
- Tracteur
- Motopompe
- Motoculteur
- Pompe solaire
- Rateau
- Arrosoir
- Seaux
- Bassines
- Payer pour labourer

**18. Comment l'avez-vous obtenu ?**

- Achat
- Don (État, ONG)
- Legs
- Emprunt

**19. Est-ce que vous travaillez avec d'autres personnes durant l'année ?**

- Oui
- Non

**1.1.1.3. Si Oui, est-ce qu'ils sont associés ou membres de la famille ?**

- Associés
- Membres de la famille

**21. Qu'est-ce que vous faites de votre production ?**

- Commercialisation
- Autoconsommation familiale
- Commercialisation et autoconsommation familiale



22. Si commercialisation, où est-ce que vous vendez vos produits ?

- Sur place (Champ)
- Marché du village
- Kafountine
- Abéné
- Diouloulou
- Bignona
- Ziguinchor
- Gambie
- Guinée Bissau
- Dakar
- Touba
- Autres à préciser

### Production annuelle moyenne par produit

23. Quel est votre production annuelle moyenne pour le riz?

---

24. Quel est votre production annuelle moyenne pour le maïs?

---

25. Quel est votre production annuelle moyenne pour le mil ?

---

26. Quel est votre production annuelle moyenne pour l'anacarde ?

---

27. Quel est votre production annuelle moyenne pour l'arachide?

---

28. Quel est votre production annuelle moyenne pour le niébé?

---

29. Quelle est votre production annuelle pour le haricot?

---

30. Quelle est votre production annuelle pour le Sorgho?

---

31. Quelle est votre production annuelle pour le fonio?

---

32. Quelle est votre production annuelle pour les cultures horticoles et maraîchères ?

---

33. Quelle est votre production annuelle pour la patate douce?

---

34. Quelle est votre production annuelle pour la pastèque?

---

35. Quelle est votre production annuelle pour l'arboriculture fruitière ?

---

36. Quelle est votre production annuelle pour le manioc ?

---

## Revenu annuel moyen par produit

37. Quel est votre revenu annuel moyen pour le Riz?

---

38. Quel est votre revenu annuel moyen pour le mil ?

---

39. Quel est votre revenu annuel moyen pour le maïs ?

---

40. Quel est votre revenu annuel moyen pour le sorgho ?

---

41. Quel est votre revenu annuel moyen pour le Niébé ?

---

42. Quel est votre revenu annuel moyen pour le haricot ?

---

43. Quel est votre revenu annuel moyen pour l'arachide ?

---

44. Quel est votre revenu annuel moyen pour fonio ?

---

45. Quel est votre revenu annuel moyen pour la production horticole et maraîchère ?

---

46. Quel est votre revenu annuel moyen pour la patate douce ?

---

47. Quel est votre revenu annuel moyen pour la pastèque ?

---

48. Quel est votre revenu annuel moyen pour l'arboriculture fruitière ?

---

49. Quel est votre revenu annuel moyen pour l'anacarde ?

---

50. Quel est votre revenu annuel moyen pour le manioc ?

---

**51. Connaissez-vous les parasites ou ravageurs (ennemis) de vos cultures les plus fréquents?**

- Araignées
- Aleurodes des cultures maraîchères (petites mouches blanches)
- Chenilles
- Cochenilles
- Criquets et sauterelles
- Fourmis
- Libellules et demoiselles
- Mantres
- Mauvais herbes
- Mollusques et limaces (escargots)
- Milles-pattes
- Mouche Blanche
- Mouche des fruits
- Mouche des semis
- Pucerons (des agrumes, du haricot, des choux, du navet, de l'aubergine, de la tomate, de la pastèque, etc.)
- Vers et champignons
- Rongeurs
- Oiseaux
- Ne sais pas
- Lièvres

**52. Utilisez-vous les engrais chimiques pour la fertilisation des sols?**

- NPK 15-15-15 (triple 15)
- NPK 23-10-5
- NPK 6-20-10
- Urée
- Aucun usage
- NPK 10-10-20

**53. Utilisez-vous les engrais organiques pour la fertilisation des sols?**

- Cendre
- Plumes
- Poudre d'os et/ou de cornes
- Fumier
- Engrais verts
- Compostage
- Marc de café
- Coques d'arachides
- Aucun usage

**54. Utilisez-vous des pesticides dans vos cultures ?**

- Oui
- Non

**55. Si Non, comment traitez-vous ces attaques contre les ravageurs, les parasites, les adventices (mauvaises herbes) etc. ?**

---

**56. Si Oui, quel est votre marché d'approvisionnement en pesticides ?**

- Maraîchers de la place
- Diouloulou
- Détaillant au village
- Kafountine
- Gambie
- Ziguinchor
- Bignona
- D a k a r
- Touba
- Marché hebdomadaire (à préciser)
- Autres marchés

**57. Précisez si c'est vous-même qui faites l'épandage ?**

- Oui
- Non

**58. Si Oui, avez-vous bénéficié d'une formation sur l'utilisation des pesticides ?**

- Oui
- Non

59. Si oui, donnez le nom de la structure formatrice?

---

60. En quelle année la formation a eu lieu?

---

61. Quand pratiquez-vous un traitement avec les pesticides ?

- Traitement préventif (après semis), avant l'apparition des parasites, ravageurs, etc.
- Traitement curatif, après l'apparition des parasites, ravageurs, etc.
- Traitement avant récoltes
- Traitement au niveau de l'entrepôt pour la conservation des récoltes avant la vente

62. Comment avez-vous eu connaissance du ou des pesticide (s) utilisé (s) ?

- Exploitants de la place
- Publicité
- Organisme (préciser)
- Autres à préciser
- Vendeur de pesticides

63. Savez-vous qu'il faut respecter un délai entre la dernière application du pesticide et la récolte ?

- Oui
- Non

64. Donner les noms des pesticides que vous utilisez?

- Abamec +18EC
- Arsénal 500EC
- Bionex
- Biocarex 18EC
- BF2 Hyper plus
- Bomec
- Confida
- Cuire
- Cypermex 100EC
- Dicofold 480EC
- Dimeth +400EC
- Diméthoate
- Dursban 480
- Furogan
- Herbextra
- k-fol-gro-fol
- K-optimal
- Lampride 46/EC
- Malathion
- Mal'atrap (3,1)
- Manèbe
- Pacha 25EC
- Polikel calcium
- Polikel multi
- Success Appât 0,24CB
- Cypermex 400EC
- Pasch'mine 50 EC
- Goodmatox 500 EC
- Super Abam 20 EC
- Matox plus 500 EC
- Mancozèbe 80%
- Deltamet 25 EC
- Sulfus 80% WDG
- Pyrical 5G

- Terpid 81 EC  
 Forcrop 4-16-28  
 Autres  
 Ne sait pas

65. Si autres, donnez le nom

---

## Délais d'utilisation des pesticides avant récolte

66. Si Oui, donner le délai pour Abamec +18EC avant récolte

---

67. Si Oui, donner le délai pour Arsenal 500EC avant récolte

---

68. Si Oui, donner le délai pour Bionex avant récolte

---

69. Si Oui, donner le délai pour Biocarex 18EC avant récolte

*indice de question*

---

70. Si Oui, donner le délai pour BF2 Hyper plus avant récolte

---

71. Si Oui, donner le délai pour Bomec avant récolte

---

72. Si Oui, donner le délai pour Confida avant récolte

---

73. Si Oui, donner le délai pour Cuire avant récolte

---

74. Si Oui, donner le délai pour Cypermex 100EC avant récolte

---

75. Si Oui, donner le délai pour Dicofold 480EC avant récolte

---

76. Si Oui, donner le délai pour Dimeth +400EC avant récolte

---

77. Si Oui, donner le délai pour Diméthoate avant récolte

---

78. Si Oui, donner le délai pour Dursban 480 avant récolte

---

79. Si Oui, donner le délai pour Furogan avant récolte

---

80. Si Oui, donner le délai pour Herbextra avant récolte

---

81. Si Oui, donner le délai pour k-fol-gro-fol avant récolte

---

82. Si Oui, donner le délai pour K-optimal avant récolte

---

83. Si Oui, donner le délai pour Lampride 46/EC avant récolte

---

84. Si Oui, donner le délai pour Malathion avant récolte

\_\_\_\_\_

85. Si Oui, donner le délai pour Mal'atrap (3,1) avant récolte

\_\_\_\_\_

86. Si Oui, donner le délai pour Manèbe avant récolte

\_\_\_\_\_

87. Si Oui, donner le délai pour Pacha 25EC avant récolte

\_\_\_\_\_

88. Si Oui, donner le délai pour Polikel calcium avant récolte

\_\_\_\_\_

89. Si Oui, donner le délai pour Polikel multi avant récolte

\_\_\_\_\_

90. Si Oui, donner le délai pour Success Appât 0,24CB avant récolte

\_\_\_\_\_

91. Si Oui, donner le délai pour Cypermex 400EC avant récolte

\_\_\_\_\_

92. Si Oui, donner le délai pour Pasch'mine 50 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

93. Si Oui, donner le délai pour Goodmatox 500 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

94. Si Oui, donner le délai pour Super Abam 20 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

95. Si Oui, donner le délai pour Matox plus 500 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

96. Si Oui, donner le délai pour Mancozèbe 80% avant récolte

\_\_\_\_\_

97. Si Oui, donner le délai pour Deltamet 25 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

98. Si Oui, donner le délai pour Sulfus 80% WDG avant récolte

\_\_\_\_\_

99. Si Oui, donner le délai pour Pyrical 5G avant récolte

\_\_\_\_\_

100. Si Oui, donner le délai pour Pyrical 5G avant récolte

\_\_\_\_\_

101. Si Oui, donner le délai pour Forcrop 4-16-28 avant récolte

\_\_\_\_\_

102. Si Oui, donner le délai pour Terprid 81 EC avant récolte

\_\_\_\_\_

103. Si vous ne connaissez pas, comment vous faites ?

\_\_\_\_\_

104. Utilisez-vous le pesticide tel qu'il est ou faites-vous des préparations ou mélanges ?

Oui

Non



105. Si Oui, quels sont ces pesticides souvent mélangés ?

---

106. Disposez-vous du matériel réservé spécialement pour l'utilisation des pesticides ?

Oui

Non

107. Si Oui, quel est ce matériel ?

---

108. Comment mesurez-vous la quantité de pesticide (dose) nécessaire pour faire un épandage ?

---

109. Est-ce que vous lisez les étiquettes d'emballage des pesticides?

Oui

Non

110. Quelles méthodes d'épandage du pesticide employez-vous ?

---

111. À quel moment de la journée traitez-vous vos cultures ?

Matin

Midi

Soir

Crépuscule

Matin et Midi

Matin et Soir

Matin et Crépuscule

Midi et Soir

Midi et Crépuscule

Soir et Crépuscule

112. Pourquoi?

---

113. Combien de fois êtes-vous amené à traiter vos cultures sur un cycle en général ?

S'il y'a attaque

Une fois

2 fois

3 fois

Plus de 3 fois

**114. Utilisez-vous des EPI (Équipement de Protection Individuel) pour vous protéger contre les produits chimiques lors de la préparation du produit à pulvériser?**

Oui

Non

**115. Si oui, quels sont les Équipements de Protection Individuel que vous utilisez pour vous protéger contre les produits chimiques lors de la préparation du produit à pulvériser?**

Des vêtements spéciaux

Des lunettes

Un masque

Un chiffon

Des gants

Des bottes

Aucune protection

Autre à préciser

**116. Utilisez-vous des EPI (Équipement de Protection Individuel) pour vous protéger contre les produits chimiques lors de l'épandage?**

Oui

Non

**117. Si oui, quels sont les Équipements de Protection Individuel que vous utilisez pour vous protéger contre les produits chimiques lors de la pulvérisation?**

Des vêtements spéciaux

Des lunettes

Un masque

Un chiffon

Des gants

Des bottes

Aucune protection

Autres à préciser

**118. Après épandage du produit, procédez-vous :**

Au lavage des mains

A la toilette complète de tout le corps (douche)

Aucun lavage

**119. Lavez-vous vos vêtements après chaque traitement ?**

Systématiquement

1fois/2

1fois/3

Jamais

120. Les pesticides utilisés pour traiter les cultures sont-ils dangereux pour la santé humaine d'après vous ?

Oui

Non

Ne sais pas

121. Si oui, pourquoi ces pesticides sont-ils dangereux selon vous?

---

122. Si non, pourquoi ces pesticides ne sont-ils pas dangereux selon vous?

---

123. Connaissez-vous l'impact des pesticides dans l'environnement ?

Oui

Non

124. Si oui, quel est l'impact des pesticides sur la végétation ?

---

125. Si oui, quel est l'impact des pesticides sur les eaux superficielles?

---

126. Si oui, quel est l'impact des pesticides sur l'air ?

---

127. Si oui, quel est l'impact des pesticides sur le sol ?

---

128. Avez-vous constaté des impacts sur l'environnement ?

Mort d'animaux (oiseaux, grenouilles, reptiles...)

Contamination de l'eau de puits (odeur, saveur, couleur)

Qualité de l'air, pollution des eaux superficielles et du sol

Aucun constat

129. Savez-vous que les pesticides peuvent contaminer les cultures ?

Oui

Non

130. Si Oui, comment ?

---

131. Quels sont les risques sanitaires associés dans ce cas ?

---

132. Faites-vous un stockage des pesticides ?

Oui

Non

133. Si oui, comment conservez-vous ces produits chimiques ?

---

134. Avez-vous (ou un membre de la famille) une fois souffert d'une maladie à la suite d'un traitement de pesticide?

Oui

Non

135. Si oui, en quelle année et quels sont les symptômes manifestés?

---

136. Cela a-t-il occasionné:

Une consultation (médecine moderne)

Médecine traditionnelle

Médecine moderne + médecine traditionnelle

Aucun traitement

137. Avez-vous déjà ressenti l'un de ces effets lors de la manipulation des produits :

Aucun

Vertiges

Vision flou

Nausées/vomissements

Convulsions

Maux de tête

Transpiration

Tremblement des mains

Diarrhées

Insomnies

Pulsations irrégulières

Difficultés respiratoires

Autres à préciser

Rhume

Toux

Irritation de la peau

**138. À quel moment les ressentez-vous ?**

Préparation du produit

Application

Après application

Au couché (la nuit)

Au nième traitement (à préciser)

Autres à préciser

**139. Que faites-vous des emballages vides ?**

Incinération

Enfouissement

Jetés à l'air libre

Jeter dans les latrines

Valorisation (préciser)

**140. Quelles stratégies proposez-vous pour limiter la dépendance aux pesticides ?**

---

**141. Quelles moyens/méthodes de gestion utilisez-vous pour limiter l'impact des pesticides sur la santé des populations ?**

---

**142. Quelles moyens/méthodes de gestion utilisez-vous pour limiter l'impact des pesticides sur la végétation ?**

---

**143. Quelles moyens/méthodes de gestion utilisez-vous pour limiter l'impact des pesticides sur le sol ?**

---

**144. Quelles moyens/méthodes de gestion utilisez-vous pour limiter l'impact des pesticides sur les eaux ?**

---

**145. Quelles moyens/méthodes de gestion utilisez-vous pour limiter l'impact des pesticides sur l'air ?**

---

**146. Utilisez-vous D'autres alternatives dans le cadre des changements de pratiques phytosanitaires ?**

Oui

Non

**147. Si oui, citez-les?**

---

**148. Si non, pourquoi?**

---

**149. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur la santé des populations de ta localité?**

Oui

Non

Ne sais pas

**150. Si oui, lesquelles?**

---

151. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur l'environnement dans ta localité?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

152. Si oui, lesquelles?

---

153. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur l'air dans ta localité?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

154. Si oui, lesquelles?

---

155. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur la végétation dans ta localité?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

156. Si oui, lesquelles?

---

157. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur le sol dans ta localité?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

158. Si oui, lesquelles?

---

159. Y'a-t-il des stratégies développées par la collectivité territoriale pour limiter l'impact des pesticides sur les eaux dans ta localité?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

160. Si oui, lesquelles?

---

### **Annexe 11 : Entretien avec des personnes ressources (villages)**

1. Quelles sont les types de variétés ou semences que vous utilisez le plus dans votre localité (toutes les cultures confondues) : certifiées, locales, les deux
2. Pourquoi ?
3. Provenance de l'engrais utilisé et comment l'obtenir ?
4. Provenance de ces variétés (précisez la culture) : ISRA, Entente de Diouloulou, Récolte, Achat, échange entre exploitants agricoles
5. Si achat, indiquez la provenance
6. Systèmes et techniques culturales : Assolement (succession ou rotation des cultures à préciser ; association des cultures souvent associées à préciser aussi) ; Jachère (préciser le nombre d'années de jachère)
7. Justifiez pourquoi le choix de ces systèmes ou techniques culturales (manque d'espaces, litiges fonciers etc.) ?
8. Gestion post-récolte et stockage de la production : type de stockage (sac, grenier, case, magasin, chambre, cuisine, fût, bidon, etc.) ; Mode stockage (épis, grains, les deux)

### **Entretien réservé au responsable de l'entente de Diouloulou**

1. Parlez-nous des actions et interventions de l'entente dans l'arrondissement
2. Pourquoi vos interventions sont faiblement ressenties dans les terroirs étudiés (Diannah, Kabadio, Colomba, Coubanack, Birassou, Madina Daffé, Macouda, Dombondir, Mahmouda Diola et Katak) ?
3. Comment avez-vous procédé pour avoir de bons résultats dans les localités comme Kabiline et Djinaki par exemple ?
4. Comment réussir ce modèle dans les autres localités de l'arrondissement afin d'assurer l'autoconsommation en riz chez le panier du paysan ?

## Annexe 12 : Publications Scientifiques

1. **Sambou. A. K.**, Mbaye. I., et Fall. M., 2021. Impacts de l'usage des produits chimiques sur la santé humaine et l'environnement en milieu rural: cas de Diannah et de Kabadio (Région de Ziguinchor/Sénégal), *Revue de géographie du laboratoire Leïdi\_ISSN 0851-2512\_N°25\_Juillet 2021*.
2. **Sambou. A. K.**, Mbaye. I., Fall. M., Thior M., 2019. Pratiques agricoles et risques sanitaires associés à l'utilisation des produits phytosanitaires en milieu rural casamançais: Cas des villages de Diannah et de Kabadio au District de santé de Diouloulou, Sénégal. *EWASH & TI Journal, 2019 Volume 3 Issue 4*, Page 261-266 (<http://revues.imist.ma/?journal=ewash-ti/>)
3. Insa SANE, **Abdou Kadri SAMBOU**, Assaendi FAHAD et Mamady DIEME, 2023. Essai sur la qualité de l'encadrement des Thèses de Doctorat : une étude sur les écoles doctorales de l'Université Assane SECK de Ziguinchor (UASZ), *Revue Internationale de la Recherche Scientifique (Revue-IRS) ISSN : 2958-8413, Vol. 1, N°. 1, January 2023*. DOI : <https://doi.org/10.5281/zenodo.7635968>
4. Assaendi FAHAD, Mamady DIEME Insa SANE et **Abdou Kadri SAMBOU**, 2022. Facteurs en lien avec l'absence de publication scientifique : une étude auprès des doctorants et docteurs des écoles doctorales ED-ESH et ED-STI de l'UASZ (Sénégal), *International Journal of Economic Studies and Management (IJESM) ISSN 2789-049X Int. J. Econ. Stud. Manag. 2, No.4 (AUGUST -2022)*.
5. Mamady DIEME, Insa SANE, Assaendi FAHAD & **Abdou Kadri SAMBOU** 2022. Caractéristiques Sociodémographiques et Conditions de Réalisation de Recherche: Cas des Doctorants et Docteurs issus des écoles doctorales EDESH et EDSTI de l'UASZ (Sénégal) Djiboul | N°003, Juillet-2022, *Revue DJIBOUL Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, Vol.2 pp. 256-269*
6. Thior. M., Sané. T., Sy. O., Descroix. L., Ndiaye. L. G., **Sambou. A. K.**, Cissokho. D., Solly. B., 2019. Caractéristiques granulométriques et dynamique sédimentaire entre les différentes unités géomorphologiques du littoral de la Casamance, Sénégal. *Rev. Ivoir. Sci. Technol., 33 (2019) 189 – 213 (ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>)*



---

## Table des matières

---

|  |    |
|--|----|
| Sommaire .....   | 3  |
| Dédicace .....   | 4  |
| Remerciements .....  | 5  |
| Sigles et abréviations.....  | 13 |
| Résumé .....   | 18 |
| Abstract .....   | 20 |
| Liste des cartes .....   | 21 |
| Liste des figures .....  | 21 |
| Liste des Photos.....  | 24 |
| Liste des tableaux .....   | 25 |
| INTRODUCTION GENERALE.....   | 27 |
| PREMIÈRE PARTIE : .....  | 31 |
| CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET ANALYSE DE LA<br>DYNAMIQUE PAYSAGERE DES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO ..... | 31 |
| CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE, APPROCHE METHODOLOGIQUE ET<br>DESCRIPTION DES CONTRAINTES DU MILIEU NATUREL .....                | 32 |
| 1.1. Cadre théorique .....   | 32 |
| 1.1.1. État des connaissances .....  | 32 |
| 1.2. Cadre conceptuel .....  | 39 |
| 1.2.1. Analyse et clarification conceptuelle .....   | 39 |
| 1.3. Approche méthodologique .....   | 46 |
| 1.3.1. La collecte des données .....   | 46 |
| 1.4. Description des contraintes du milieu naturel .....   | 55 |
| 1.4.1. Le climat.....  | 56 |
| 1.5. Les facteurs hydrologiques.....   | 81 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 1.6.   | Les facteurs topographiques et pédologiques.....   | 82  |
| CHAPITRE II : ANALYSE DE LA DYNAMIQUE PAYSAGERE DANS LES TERROIRS DE BLISS ET DE FOGNY KOMBO ..... |  | 85  |
| 2.1.   | Analyse de la dynamique de l'occupation des sols à l'échelle des villages étudiés .....                  | 85  |
| 2.1.1.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Colomba en 2004 et 2022                            | 85  |
| 2.1.2.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Coubanack en 2004 et 2022                          | 92  |
| 2.1.3.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Diannah en 2004 et 2022.                           | 97  |
| 2.1.4.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Dombondir en 2004 et 2022                          | 103 |
| 2.1.5.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Kabadio en 2004 et 2022                            | 107 |
| 2.1.6.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Katak en 2004 et 2022 .                            | 112 |
| 2.1.7.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Macouda en 2004 et 2022                            | 117 |
| 2.1.8.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Madina Birassou en 2004 et 2022                    | 121 |
| 2.1.9.   | État d'occupation des terres du terroir villageois de Madina Daffé en 2004 et 2022                       | 126 |
| 2.1.10.  | État d'occupation des terres du terroir villageois de Mahmouda II en 2004 et 2022                        | 130 |
| Conclusion partielle.....  |  | 136 |
| DEUXIEME PARTIE : .....  |  | 138 |
| PRATIQUES AGRICOLES ET RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES                                 |  | 138 |
| CHAPITRE III : PRATIQUES AGRICOLES ET SYSTEMES DE PRODUCTION .....                                 |  | 139 |
| 3.1.   | Caractéristiques sociodémographiques des exploitants agricoles .....                                     | 139 |
| 3.2.   | Techniques culturales .....  | 141 |
| 3.2.1.   | Le défrichement et le désherbage .....   | 141 |
| 3.2.2.   | L'amendement ou la fertilisation organique ou minérale dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo..... | 142 |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 3.2.3.   | Les variétés des semences .....   | 145        |
| 3.2.4.   | Les semis .....   | 146        |
| 3.3.   | Pratiques agricoles et systèmes de cultures dans les terroirs de Bliss et de Fogny Kombo<br>148 |            |
| 3.3.1.   | Le labour .....   | 149        |
| 3.3.2.   | Les types de cultures .....   | 151        |
| 3.3.3.   | Les équipements et matériels agricoles .....  | 153        |
| 3.4.   | Les exploitations agricoles .....   | 155        |
| 3.4.1.   | L'exploitation familiale.....   | 156        |
| 3.4.2.   | La Jachère.....   | 157        |
| 3.4.3.   | L'association des cultures .....  | 158        |
| 3.4.4.   | La rotation ou succession des cultures .....  | 160        |
| 3.4.5.   | La monoculture .....  | 160        |
| 3.5.   | Superficies emblavées et rendements des cultures.....   | 161        |
| 3.5.1.   | Superficies emblavées .....   | 161        |
| 3.5.2.   | Rendements des cultures .....   | 163        |
| 3.6.   | Système de commercialisation de la production .....   | 168        |
| 3.6.1.   | Lieux de vente de la production .....   | 168        |
| 3.6.2.   | Revenus des exploitants agricoles.....  | 169        |
| 3.7.   | Conservation des récoltes et semences.....  | 171        |
| 3.8.   | Contraintes liées à la production agricole .....  | 171        |
| <b>CHAPITRE IV : UTILISATION DES PESTICIDES ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX<br/>ET SANITAIRES ASSOCIES .....</b> |   | <b>173</b> |
| 4.1.   | Aperçu sur les pratiques phytosanitaires .....  | 173        |
| 4.2.   | Analyse des facteurs d'usage abusif des pesticides .....  | 174        |
| 4.3.   | Parasites ou ravageurs des cultures enregistrés dans la zone d'étude .....                      | 176        |
| 4.4.   | Pratiques phytosanitaires et risques pour la santé humaine .....                                | 178        |
| 4.4.1.   | Diversité des pesticides et substances actives utilisés.....                                    | 178        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.4.2.  | Dosage appliqué par les exploitants agricoles.....   | 185 |
| 4.5.    | Impacts des pesticides sur l'environnement et la santé.....  | 188 |
| 4.5.1.  | La démarche Forces motrices-Pressions-Etat-Impact-Réponses (FPEIR).....  | 189 |
| 4.6.    | Analyse des niveaux d'exposition des exploitants agricoles et de l'environnement aux pesticides .....                                  | 191 |
| 4.6.1.  | Expositions liées à la toxicité intrinsèque des pesticides .....   | 192 |
| 4.6.2.  | Expositions liées à la préparation de la bouillie .....  | 192 |
| 4.6.3.  | Expositions liées aux matériels de pulvérisation.....  | 193 |
| 4.6.4.  | Expositions liées aux Equipements de Protection Individuelle (EPI).....  | 194 |
| 4.6.5.  | Expositions à l'environnement.....   | 197 |
| 4.7.    | Evaluation des risques environnementaux des pesticides et fréquence de traitement des cultures .....                                   | 198 |
| 4.7.1.  | Période d'application ou de pulvérisation.....   | 200 |
| 4.8.    | Stockage des pesticides .....  | 201 |
| 4.9.    | Gestion des produits phytosanitaires.....  | 202 |
| 4.9.1.  | Circuit d'approvisionnement et politiques de distribution des produits phytosanitaires .....   | 202 |
| 4.10.   | Gestion des emballages .....   | 205 |
| 4.11.   | Analyse des teneurs résiduelles en pesticides dans les échantillons de légumes et de sols  | 206 |
| 4.11.1. | Analyse des teneurs résiduelles en pesticides dans les produits maraîchers collectés sur les marchés de Diouloulou et Kafountine ..... | 206 |
| 4.11.2. | Analyse des résidus de pesticides dans les sols provenant des sites d'exploitations maraîchers .....                                   | 208 |
| 4.12.   | Risques sanitaires et environnementaux liés aux mauvaises pratiques d'usage des pesticides .....                                       | 209 |
| 4.12.1. | Risques d'intoxications .....  | 210 |
| 4.12.2. | Impacts de l'utilisation des phytosanitaires sur l'environnement .....   | 211 |
| 4.13.   | Exposition de la population riveraine aux risques des sites d'exploitation agricoles .   | 214 |

|   |     |
|---|-----|
| Conclusion partielle.....   | 215 |
| TROISIEME PARTIE : .....  | 217 |
| STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES LIES A L'UTILISATION DES PESTICIDES<br>.....  | 217 |
| CHAPITRE V : STRATEGIES DE GESTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX<br>ASSOCIES A L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS<br>L'AGRICULTURE..... | 218 |
| 5.1. Le changement des pratiques agricoles : une nécessité pour atténuer l'usage des<br>pesticides ? .....  | 218 |
| 5.2. Stratégies et réduction d'utilisation des pesticides.....  | 219 |
| 5.2.1. Stratégies agronomiques de réduction des pesticides.....   | 221 |
| 5.2.2. Une combinaison pratique d'apprentissage du raisonnement et de contrôle des<br>agresseurs biologiques .....                                  | 225 |
| 5.3. Gestion intégrée des ennemis de cultures .....   | 226 |
| 5.3.1. Processus de mise en œuvre de la protection intégrée d'une culture .....   | 227 |
| 5.4. Les pratiques agricoles, soucieuses de la préservation de l'environnement .....  | 230 |
| 5.4.1. L'Agriculture Raisonnée (AR).....  | 230 |
| 5.4.2. L'agriculture traditionnelle .....   | 231 |
| 5.4.3. L'Agriculture Biologique (AB).....   | 233 |
| 5.4.4. L'Agriculture de Conservation (AC) .....   | 234 |
| 5.4.5. La permaculture.....   | 236 |
| 5.4.6. Le recours au système agroécologique.....  | 237 |
| 5.4.7. L'Agriculture Écologiquement Intensive (AEI).....  | 239 |
| 5.4.8. L'Agriculture Intelligente face au Climat (AIC).....   | 240 |
| CHAPITRE VI : STRATEGIES DE GESTION DES PESTICIDES, DES RISQUES<br>SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIES .....                                    | 245 |
| 6.1. Cadre juridique et institutionnel de la gestion des pesticides au Sénégal .....  | 245 |
| 6.2. Cadre législatif et politico-institutionnel de la gestion des pesticides au Sénégal .....  | 245 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.2.1.  | A l'échelle internationale et régionale.....  | 245 |
| 6.3.    | Cadre institutionnel de gestion des pesticides au Sénégal .....   | 250 |
| 6.3.1.  | Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural.....  | 250 |
| 6.3.2.  | Ministère de la Santé et de l'Action Sociale : Service National de l'hygiène..  | 251 |
| 6.3.3.  | La Direction de la Protection des Végétaux (DPV) .....  | 252 |
| 6.3.4.  | La Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC) .....  | 253 |
| 6.3.5.  | La Commission Nationale de Gestion des Produits Chimiques au Sénégal ....   | 254 |
| 6.4.    | Les institutions de contrôle des pesticides .....   | 254 |
| 6.4.1.  | Le laboratoire d'Analyse de Résidus de la Fondation CERES/Locustox .....  | 255 |
| 6.4.2.  | Laboratoire de Chimie Analytique et de Toxicologie de la Faculté de Médecine<br>et de Pharmacie de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar ..... | 255 |
| 6.4.3.  | Laboratoire de Pharmacie Toxicologique de l'Ecole Inter-État des Sciences et<br>Médecine Vétérinaire de Dakar .....                             | 255 |
| 6.5.    | Gestion et contrôle de l'utilisation et de la distribution des pesticides .....   | 255 |
| 6.6.    | Approche de gestion des bioagresseurs et pesticides en agriculture .....  | 256 |
| 6.7.    | Stratégies de gestion des risques agricoles.....  | 257 |
| 6.8.    | Gestion des risques liés aux pesticides.....  | 258 |
| 6.9.    | Prise de décision et gestion des risques sur une exploitation agricole .....  | 260 |
| 6.10.   | Stratégies développées chez les exploitants agricoles pour limiter l'usage des pesticides<br>dans l'agriculture.....                            | 261 |
| 6.10.1. | L'usage des « plantes pesticides » : une stratégie communautaire de lutte contre<br>les bioagresseurs .....                                     | 264 |
| 6.10.2. | Les «biopesticides» comme alternatives aux pesticides de synthèse .....   | 265 |
| 6.10.3. | La « formation » et la « sensibilisation » comme autres moyens pour limiter<br>l'usage des pesticides .....                                     | 267 |
|         | Conclusion partielle.....   | 269 |
|         | CONCLUSION GENERALE .....   | 270 |
|         | BIBLIOGRAPHIE .....   | 274 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| ANNEXES .....            | 308 |
| Table des matières ..... | 341 |