

UNIVERSITE GASTON BERGER



UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des
Technologies Alimentaires (S2ATA)

Département Productions Végétales et Agronomie (PVA)

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Prévention et
Gestion des Risques liés à la Sécurité Alimentaire (PGRSA)

Diagnostic des pratiques agricoles et analyse des facteurs de risques environnementaux dans les systèmes maraichers de la zone du lac de Guiers

Présenté et soutenu par **M. AHOURDET Christopher Gaius**

Le 31 Juillet 2024

MEMBRES DU JURY

Président :	M. Mbaye TINE	Maitre de Conférences	S2ATA/UGB
Membres :	M. Anicet G. B. MANGA	Maitre de Conférences	S2ATA/UGB
	Mme Mame Sokhna SARR	Chargée de Recherche	CRA/ISRA
	M. Oumar Mal SARR	Assistant	S2ATA/UGB

Directeur de mémoire : M. Anicet Georges Bruno MANGA, Maitre de conférences, UGB

Co encadrants : Mme Mame Sokhna SARR, CRA/ISRA, Saint Louis
M. Rahimi MBALLO, ISRA, CRA/Saint-Louis

DÉDICACES

Je vous dédie ce mémoire avec toute ma gratitude !!!

À Dieu soit la gloire aux siècles des siècles... Amen !

A mes parents, pour leur amour inconditionnel et leur soutien indéfectible. Vous avez toujours été là pour moi, dans les bons comme dans les mauvais moments.

Je vous dois TOUT.

A ma grande, tu as toujours été là pour moi. Tu m'as toujours soutenu, dans les bons comme dans les mauvais moments. Tu as été mon modèle, mon inspiration, ma meilleure amie. Je ne sais pas ce que je ferais sans toi. Je te remercie pour ton amour, ton soutien, ton encouragement. Tu m'as aidé à devenir la personne que je suis aujourd'hui. Et à mes frères et cousins pour votre soutien sans faille.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est l'aboutissement de plusieurs années de travail et de réflexion. Il est le fruit de l'effort de nombreuses personnes, à qui je souhaite exprimer toute ma reconnaissance.

Je tiens à remercier le Sénégal, mon pays d'accueil, grâce à qui j'ai découvert non seulement sa culture mais celles d'autres pays, et à l'hospitalité qui m'a été accordée.

À l'Université Gaston Berger de Saint-Louis (UGB) pour m'avoir offert le cadre de la formation.

À mon UFR, des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires (S2ATA), à travers le corps professoral, pour la qualité des enseignements dont j'ai bénéficié durant toute ma formation.

À l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA/Saint-Louis) à travers le projet SANTÉS & TERRITOIRES pour son soutien financier, matériel et technique dans la réalisation de ce travail. Ce fût une joie pour moi d'avoir effectué ce stage avec vous.

Je remercie les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail, en l'occurrence Monsieur **Mbaye TINE** qui a accepté de le présider.

Je remercie Monsieur **Oumar Mal SARR** qui a accepté de faire partie du jury malgré ses occupations.

À mon encadreur Monsieur **Anicet Georges Bruno MANGA**, celui à qui je dois mon intégration dans ce projet, celui qui a toujours été là pour m'aider depuis le début. Je vous en serai toujours reconnaissant parce que vous n'avez pas hésité à me proposer un sujet lorsque je vous ai fait appel. Vous êtes d'une humilité qui inspire le respect, et je n'ai jamais senti une barrière entre l'enseignant et les élèves. Vous êtes toujours là pour m'écouter, m'accorder du temps et surtout suivre l'avancement de mon travail en m'ouvrant les portes. Merci pour tout, et j'espère toujours travailler avec vous à l'avenir.

À mon maître de stage, en l'occurrence Monsieur **Rahimi MBALLO** pour le suivi dans la réalisation de notre travail du projet SANTÉS & TERRITOIRES, et surtout pour les corrections que vous nous faites à tout moment pour nous améliorer. Votre expertise et votre bienveillance ont été des atouts précieux qui ont enrichi mon expérience professionnelle. Grâce à vos conseils avisés, j'ai pu approfondir mes compétences techniques et ma compréhension du secteur. J'ai beaucoup

appris en observant votre approche méthodique et votre dévouement envers votre travail. Votre disponibilité pour discuter des projets et des enjeux du domaine a été d'une grande aide pour moi.

À mon maître de stage, en l'occurrence Madame **Mame Sokhna SARR** pour le suivi dans la réalisation de notre travail du projet SANTÉS & TERRITOIRES, et surtout pour les corrections que vous nous faites à tout moment pour nous améliorer. Pour vous exprimer toute ma gratitude pour avoir été un maître de stage exceptionnel. Votre mentorat et vos conseils avisés ont été d'une valeur inestimable pour moi pendant cette période. J'ai apprécié chaque opportunité d'apprentissage que vous m'avez offerte, ainsi que votre patience et votre encouragement constants. Votre capacité à enseigner et à inspirer vos collaborateurs est admirable. Merci encore pour tout ce que vous avez fait pour moi et pour votre contribution à mon développement professionnel.

Au coordonnateur du master, Monsieur **Lamine DIOP**, pour votre accompagnement pendant mes études de master. Votre leadership et votre expertise ont été des piliers essentiels de mon parcours académique. Grâce à votre soutien constant, j'ai pu développer mes compétences et approfondir mes connaissances dans ce domaine qui me passionne. Votre capacité à inspirer et à motiver vos étudiants est véritablement exceptionnelle. Vos conseils éclairés m'ont permis de franchir des étapes importantes et de surmonter les défis avec confiance. Merci pour tout.

À ma promotion, vous tous qui m'avez accueilli et m'avez traité comme l'un des vôtres durant toute la formation. Soyez-en remercié pour votre aide et amitié.

Aux doctorants M. **Ayaovi Cyrille DJOBO** pour votre accompagnement et conseils, d'avoir été disponibles pour tout un chacun d'entre nous.

Je remercie l'Église Évangélique **VIE NOUVELLE** pour son soutien spirituel et moral, ainsi que le Conseil des Anciens de l'Église pour leurs conseils avisés et leur soutien inébranlable. Vos prières, encouragements et bienveillance m'ont inspiré et motivé tout au long de cette aventure.

Je remercie mes amis pour leur soutien constant, leur compréhension, et leur motivation durant les moments difficiles. Votre présence et vos encouragements m'ont permis de persévérer. Une mention spéciale à mon frère et compagnon de tous les jours, Monsieur **Algoni MAHAMAT Adoum**.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce mémoire. Votre aide et votre soutien ont été précieux, et je vous en suis éternellement reconnaissant.

RESUME

Le maraîchage joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et l'économie locale autour du Lac de Guiers, offrant des aliments frais et augmentant les revenus des producteurs. Cependant, les mauvaises pratiques agricoles peuvent entraîner des conséquences néfastes sur l'environnement. D'où la nécessité d'une meilleure identification des pratiques agricoles en cours en vue de proposer des itinéraires techniques durables. L'objectif de ce travail était de décrire les méthodes agricoles et d'examiner les impacts environnementaux dans deux sites de production localisés dans les villages de Pakh et Mbane. La méthode a consisté à mener des entretiens avec 69 producteurs maraîchers et à faire des prélèvements d'échantillons de sol dans les zones ciblées. Les résultats mettent en évidence les caractéristiques socio-démographiques des agriculteurs, les méthodes et intrants agricoles utilisés et la fertilité des sols. À Pakh, la plupart des producteurs sont des hommes (73%), tandis qu'à Mbane, les femmes sont plus nombreuses (68%). Les cultures dominantes sont l'aubergine violette (35%) à Pakh et la laitue (40%) à Mbane. Les intrants agricoles proviennent majoritairement de la ville de Richard Toll. Le défrichage manuel est dominant à Pakh (62%) et à Mbane (78%). Les deux villages utilisent largement des fertilisants chimiques (100%). À Pakh, l'irrigation gravitaire/à la raie est la plus répandue (95%), tandis que l'irrigation par arrosoir est plus répandue à Mbane (69%). La rotation des cultures est pratiquée par 90% des producteurs à Pakh et 85% à Mbane. Les pesticides sont utilisés de manière généralisée (100%), même si les types de pesticides utilisés varient selon les villages à des doses pouvant conduire parfois à des risques environnementaux. L'analyse chimique du sol révèle des disparités dans la fertilité des sols et les teneurs en nutriments au niveau des deux sites. Le sol à Pakh présente, un pH acide ($5,534 \pm 0,546$), légèrement salin, pauvre en potassium, carbone organique et azote, mais on note une forte concentration de matière organique. Il a été noté pour le sol de Mbane un pH neutre ($7,077 \pm 0,526$), salin, riche en potassium et phosphore, pauvre en carbone organique et matière organique. L'analyse montre des facteurs de risques environnementaux tels que la dégradation des sols par salinisation et acidification, la pollution des sols et des eaux par les pesticides et les engrais chimiques, et la perte de biodiversité due à la conversion des terres naturelles en terres agricoles. Ces pratiques affectent aussi la santé humaine par l'exposition aux pesticides.

Mots clés : culture maraîchère, pratiques agricoles, risques environnementaux, lac de Guiers, Sénégal.

SUMMARY

Market gardening plays an essential role in food security and the local economy around Lac de Guiers, providing fresh food and increasing producers' incomes. However, poor farming practices can have harmful consequences for the environment. Hence the need for better identification of current agricultural practices with a view to proposing sustainable technical itineraries. The aim of this study was to describe farming methods and examine the environmental impacts at two production sites in the villages of Pakh and Mbane. The method consisted of conducting interviews with 69 market garden producers and taking soil samples in the target areas. The results highlight the socio-demographic characteristics of the farmers, the farming methods and inputs used and the fertility of the soil. In Pakh, most farmers are men (73%), while in Mbane, there are more women (68%). The dominant crops are purple aubergine (35%) in Pakh and lettuce (40%) in Mbane. Most agricultural inputs come from the town of Richard Toll. Manual clearing dominates in Pakh (62%) and Mbane (78%). Both villages make extensive use of chemical fertilisers (100%). In Pakh, gravity-fed irrigation is the most widespread (95%), while watering can irrigation is more widespread in Mbane (69%). Crop rotation is practised by 90% of farmers in Pakh and 85% in Mbane. Pesticides are used across the board (100%), although the types of pesticide used vary from village to village, at doses that can sometimes lead to environmental risks. Chemical analysis of the soil reveals disparities in soil fertility and nutrient levels between the two sites. The soil at Pakh has an acid pH (5.534 ± 0.546), is slightly saline and low in potassium, organic carbon and nitrogen, but has a high concentration of organic matter. The Mbane soil had a neutral pH (7.077 ± 0.526), saline, rich in potassium and phosphorus, and low in organic carbon and organic matter. The analysis shows environmental risk factors such as soil degradation by salinisation and acidification, soil and water pollution by pesticides and chemical fertilisers, and loss of biodiversity due to the conversion of natural land to farmland. These practices also affect human health through exposure to pesticides.

Key words: market gardening, farming practices, environmental risks, Lac de Guiers, Senegal.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition de quelques engrais	8
Tableau 2 : Types de pesticide.....	8
Tableau 3 : Statut acido-basique du sol	12
Tableau 4 : Taille de l'échantillon des chefs d'exploitation enquêtés par village.....	20
Tableau 5 : Localisation et la taille de l'échantillon.....	21
Tableau 6 : Critères d'évaluation des classes de fertilité des sols	22
Tableau 7 : Sexe et âge des enquêtés.....	23
Tableau 8 : Profil des enquêtés.....	23
Tableau 9 : Activité principale, période de culture et expérience en maraichage	24
Tableau 10 : Modes de préparation du sol et des semis	26
Tableau 11 : Adventices dans la zone de Pakh et Mbane	31
Tableau 12 : Liste des pesticides utilisés dans la zone de Pakh et Mbane	33
Tableau 13 : Equipement de protection et respect des doses des pesticides	35
Tableau 14 : Analyse chimique des sols de Mbane	37
Tableau 15 : Analyse chimique des sols de Pakh	38
Tableau 16 : Caractéristiques chimiques des sols à Pakh et Mbane.....	VII

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la zone du lac de Guiers (source : CRA, 2023)	17
Figure 2 : Différentes enquêtes réalisées sur le terrain	20
Figure 3 : Dispositif de collecte des échantillons de sol	21
Figure 4 : Spécifications de la zone.....	25
Figure 5 : Origine des intrants.....	25
Figure 6 : Mode de protection des semis.....	27
Figure 7 : Pratiques culturales.....	27
Figure 8 : Source de l'eau	28
Figure 9 : Techniques d'irrigation	29
Figure 10 : Rotation des cultures.....	29
Figure 11 : Pratiques de préservation des sols.....	30
Figure 12 : Spectre des familles et types biologique des espèces	31
Figure 13 : Fertilisants chimiques	32
Figure 14 : Association des pesticides.....	35
Figure 15 : Devenir des emballages de pesticides après utilisation	36
Figure 16 : Risques liés à l'utilisation des pesticides	37

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

CCHST : Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail

CE : Conductivité Electrique

CEDEAO : Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest

CRA : Centre de Recherche Agricole

CSP : Comité Sahélien des Pesticides

DAP : Di-Ammonique Phosphate

DH : Direction de l'Horticulture

FAO : Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

MO : Matière Organique

NPK : Azote, Phosphore et Potassium

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : potentiel Hydrogène

RECA : Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger

SAED : Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta de Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé.

SAICM : l'Approche Stratégique de la Gestion Internationale des Produits Chimiques

USAID : Agence des États-Unis pour le développement international

TABLE DES MATIERES

<i>DÉDICACES</i>	<i>i</i>
<i>REMERCIEMENTS</i>	<i>ii</i>
<i>RESUME</i>	<i>iv</i>
<i>SUMMARY</i>	<i>v</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>vi</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>vii</i>
<i>SIGLES ET ABRÉVIATIONS</i>	<i>viii</i>
<i>INTRODUCTION</i>	<i>1</i>
1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1 SYSTÈMES MARAÎCHERS AUTOUR DU LAC DE GUIERS	3
1.1.1 Importance des systèmes maraîchers	3
1.2 CARACTERISTIQUES DES CULTURES MARAICHERES DANS LA ZONE DU LAC DE GUIERS	4
1.2.1 Les types de cultures, saisonnalité et calendrier des cultures	5
1.2.2 Les pratiques agricoles durables dans la zone du Lac de Guiers : variétés adaptées, intrants utilisés et gestion de l'eau.....	5
1.2.3 La préparation optimale du sol et le choix des variétés	5
1.3 PRATIQUES PAYSANNES ET TECHNIQUES CULTURALES	6
1.3.1 Utilisation des intrants agricoles.....	6
1.3.2 La matière organique des sols.....	6
1.3.3 Le fumier.....	6
1.3.4 Le compost.....	7
1.3.5 Le Biochar ou Biocharbon	7
1.3.6 Les engrais chimiques.....	7
1.3.7 Les pesticides et biopesticides	8
1.3.8 Gestion Intégrée des Ravageurs autour du Lac de Guiers	9

1.4	GESTION DE L'IRRIGATION ET DE L'EAU	9
1.4.1	Les systèmes d'irrigation.....	9
1.5	ROTATION DES CULTURES ET PRATIQUES CULTURALES DOMINANTES	
	10	
1.5.1	La rotation des cultures.....	10
1.5.2	L'association des cultures	11
1.6	RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIÉS AUX PRATIQUES AGRICOLES	
	11	
1.6.1	Qualité du sol	11
1.6.2	Pollution des sols	12
1.6.3	Pollution de l'eau	13
1.6.4	Impact sur la biodiversité locale	13
1.6.5	Risques pour la santé humaine liés aux pesticides.....	14
1.6.6	Cadres politiques et réglementaires sur les pesticides	14
1.6.7	Bases écologiques de l'agriculture saine et durable	15
2	<i>MATERIEL ET METHODES</i>.....	16
2.1	Description de la zone du Lac de Guiers	16
2.1.1	Situation géographique et administrative.....	16
2.1.2	Le climat	17
2.1.3	Sols et végétation	17
2.1.4	Potentiel humain et activités socio-économiques autour du lac de Guiers.....	18
2.2	Approche méthodologique	19
2.2.1	Collecte des données socioéconomiques	19
2.2.2	Le prélèvement et l'analyse du sol.....	20
2.2.3	Evaluation des niveaux de fertilité des sols	22
2.2.4	Identification de pesticides et adventices.....	22
2.2.5	Traitement de données	22
3	<i>RESULTATS ET DISCUSSION</i>	23
3.1	Résultats	23

3.1.1	Caractéristiques socio-démographiques des producteurs	23
3.1.2	Caractérisation des pratiques maraîchères	24
3.1.3	Caractérisation des adventices	30
3.1.4	Utilisation des intrants agricoles.....	31
3.1.5	Détermination du niveau de fertilité du sol.....	37
3.2	Discussion	39
3.2.1	Caractéristiques socio-démographiques des producteurs	39
3.2.2	Caractérisation des pratiques maraîchères	40
3.2.3	Caractérisation des adventices	43
3.2.4	Utilisation des intrants agricoles.....	43
3.2.5	Utilisation des pesticides.....	44
3.2.6	Détermination du niveau de fertilité du sol.....	47
	<i>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</i>	<i>49</i>
	<i>RECOMMANDATIONS</i>	<i>50</i>
	<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	<i>51</i>
	<i>ANNEXES</i>	<i>I</i>

INTRODUCTION

Les cultures maraîchères constituent une des priorités des politiques de production agricole de la plupart des pays d’Afrique de l’Ouest en générale et celui de la zone du Lac de Guiers (Sénégal) en particulier. Cette zone est connue pour ses pratiques agricoles, notamment la culture maraîchère qui fournit des légumes frais à la population locale et aux marchés environnants. Les légumes sont des produits alimentaires à haute valeur nutritive et commerciale. Elles tiennent non seulement une place de choix dans l’économie de ces pays, mais elles contribuent grandement à l’amélioration de la ration et de l’équilibre alimentaire des populations **(FAO, 2013)**. De nos jours, le maraîchage doit faire 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 **(Ouédraogo, 2019)**. Dans les zones maraîchères autour du Lac de Guiers, les activités agricoles intensives, comme l’usage excessif d’engrais et de pesticides, le labour intensif et la déforestation, ont un impact significatif sur l’environnement. La dégradation des sols est souvent provoquée par l’érosion accrue, conséquence de la modification des pratiques agricoles et de la perte de la couverture végétale. La fertilité du sol diminue en raison de cette érosion et la sédimentation augmente dans les cours d’eau, ce qui nuit à la qualité de l’eau et à la santé des écosystèmes aquatiques. De plus, l’utilisation d’engrais chimiques et de pesticides peut contaminer les sols et les eaux souterraines, mettant en danger la biodiversité et la santé humaine **(Son et al., 2017)**. La perte de biodiversité est également un problème majeur car la conversion des terres naturelles en terres agricoles réduit les habitats disponibles pour de nombreuses espèces animales et végétales, contribuant ainsi à l’appauvrissement des écosystèmes locaux. Pour préserver les ressources naturelles et garantir la durabilité à long terme de l’agriculture dans la région du Lac de Guiers, il est crucial d’adopter des pratiques agricoles durables et respectueuses de l’environnement **(Stassart et al., 2012)**. Ces pressions environnementales peuvent avoir un impact sur le Lac de Guiers et les écosystèmes environnants, ce qui met en avant l’importance d’une évaluation approfondie des pratiques agricoles. C’est dans ce contexte que le projet santé & territoires a été mis en place au Sénégal, Bénin, Laos et Cambodge, avec des thématiques adaptées

à chaque acteur suivant le pays. Le projet vise à améliorer la qualité de vie et le bien-être des populations locales dans le cadre d'une approche intégrée de la santé à l'échelle du territoire par la mise en place d'agrosystèmes durables. C'est dans cette perspective que s'inscrit cette présente étude qui a pour objectif de diagnostiquer les pratiques paysannes et d'analyser les facteurs de risques environnementaux dans les systèmes maraichers de la zone du lac de Guiers. Il s'agit spécifiquement (i) de caractériser le potentiel humain et les pratiques agricoles, (ii) d'analyser les facteurs de risques environnementaux liés à ces pratiques, (iii) et d'évaluer les impacts sur la qualité des sols afin de formuler des recommandations. Le présent document est subdivisé en trois parties. La première aborde la revue de littérature qui s'articule autour de trois points : les systèmes maraichers autour du lac de Guiers, les pratiques agricoles et techniques culturales et les risques environnementaux associés aux pratiques agricoles. La deuxième partie concerne le matériel et la méthodologie adoptés pour atteindre les objectifs fixés. La troisième partie est consacrée aux résultats obtenus et à la discussion suivis par la conclusion et les perspectives.

1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 SYSTÈMES MARAÎCHERS AUTOUR DU LAC DE GUIERS

1.1.1 Importance des systèmes maraîchers

1.1.1.1 L'importance socio-économique

Le rôle social du maraîchage revêt plusieurs aspects dont l'insertion sociale des groupes sociaux dits vulnérables notamment : les retraités, femmes au foyer, agents de l'informel et les enfants de rue (**Bognini, 2006**). La dynamique économique des zones rurales et urbaines du Sénégal est renforcée par la vente des légumes cultivés dans les jardins maraîchers, qui constituent une source de revenus importante pour de nombreux ménages (Banque Mondiale, 2008). Ces légumes sont ensuite vendus dans divers marchés locaux et restaurants, qui constituent une source de revenus importante pour de nombreux ménages (**Banque Mondiale, 2008**). Selon **Thiombiano (2008)**, dans son étude menée au Burkina, le taux de pauvreté des ménages maraîchers est inférieur à celui des autres ménages dans le milieu rural et périurbain. Du point de vue de la sévérité de l'insécurité alimentaire, les ménages maraîchers présentent également un plus faible indice de 4,75%. De ce fait, l'activité maraîchère améliore des conditions de vie du paysan.

1.1.1.2 L'importance sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle

Le maraîchage est une activité importante pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle pour plusieurs raisons :

- Le maraîchage permet une diversification de l'alimentation en fournissant une large gamme de légumes frais et nutritifs. Selon l'OMS (**2011**), les fruits et légumes sont une source importante de fibres, vitamines (caroténoïdes, B9, C, K) et minéraux (potassium, magnésium), polyphénols, et autres composés antioxydants nécessaires au bon fonctionnement des principales fonctions physiologiques de l'organisme. Ils contribuent à combler les carences nutritionnelles et à prévenir les carences en micronutriments, améliorant ainsi la santé générale de la population.
- L'accroissement de la population mondiale est sans doute aujourd'hui l'une des plus grandes menaces face à la faible disponibilité alimentaire (**Djimde, 2017**). Cependant, le maraîchage permet une production continue de légumes tout au long de l'année, indépendamment des saisons. Cela garantit un approvisionnement constant en produits frais, ce qui est essentiel pour une alimentation saine, équilibrée et durable.

- Les marchés locaux répondent à la demande des populations locales. En effet, les consommateurs peuvent choisir les produits qui correspondent à leurs besoins et à leurs préférences. De ce fait, le maraîchage local permet de répondre à la demande locale en produits frais et de saison, car les légumes et les fruits sont des produits périssables et le transport sur de longues distances peut entraîner des pertes de qualité et de quantité. En plus, il permet de réduire les coûts de transport et de garantir la fraîcheur des produits (**FAO, 2019**).
- Le maraîchage offre une source de revenus importante pour de nombreux agriculteurs sénégalais. De ce fait, la vente des produits maraichers peut améliorer positivement les revenus du ménage, surtout à certains moments de l'année quand d'autres sources de revenus sont limitées, ou bien quand les récoltes sont mauvaises, liées à la sécheresse et d'autres catastrophes naturelles. En ce moment, le revenu lié au maraîchage peut être utilisé pour acheter des denrées alimentaires dont la famille ne dispose pas (**Djimde, 2017**).
- Le maraîchage crée des opportunités d'emploi, en particulier dans les zones rurales et périurbaines. Notamment, la production de légumes nécessite une main-d'œuvre intensive, ce qui permet de générer des emplois locaux et de réduire le chômage dans les communautés agricoles.
- Selon la **FAO en 2019**, le maraîchage offre une plus grande résilience face aux changements climatiques par rapport aux cultures céréalières traditionnelles. En effet, les légumes ont généralement une durée de cycle plus courte, ce qui permet aux agriculteurs de s'adapter plus rapidement aux variations climatiques et de maintenir une production régulière.
- Selon le **Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement rural (2020)**, en cultivant leurs propres légumes, les communautés sénégalaises renforcent leur souveraineté alimentaire en réduisant leur dépendance aux importations et en prenant en main leur approvisionnement alimentaire, ce qui favorise la sécurité alimentaire à long terme du pays.

1.2 CARACTERISTIQUES DES CULTURES MARAICHÈRES DANS LA ZONE DU LAC DE GUIERS

Les caractéristiques montrent comment les méthodes agricoles se sont adaptées aux conditions environnementales et climatiques particulières de la zone du Lac de Guiers. Pour assurer la sécurité

alimentaire et la protection de l'environnement dans cette zone, la durabilité des systèmes maraîchers et la gestion responsable des ressources naturelles sont des préoccupations importantes.

1.2.1 Les types de cultures, saisonnalité et calendrier des cultures

Selon **Diouf et al. (2019)**, les cultures pratiquées au Lac de Guiers varient selon les saisons et les conditions environnementales. À première vue, les légumes (oignons, tomates, poivrons, choux, carottes, aubergines) et les fruits (pastèques et melons) sont les principales cultures maraîchères dans la zone. Deuxièmement, le climat semi-aride de la région influence fréquemment la saisonnalité des cultures, avec une saison des pluies généralement de juillet à septembre, suivie d'une saison sèche prolongée. Ensuite, les agriculteurs modifient leurs calendriers de culture en fonction de ces saisons, en plantant fréquemment leurs cultures maraîchères pendant la saison des pluies pour profiter de l'humidité ambiante et en ajustant leurs méthodes d'irrigation pendant la saison sèche pour maintenir la croissance des cultures.

1.2.2 Les pratiques agricoles durables dans la zone du Lac de Guiers : variétés adaptées, intrants utilisés et gestion de l'eau

Les variétés de cultures qui sont adaptées sont choisies pour leur résistance à la chaleur et à la sécheresse, y compris des variétés qui peuvent survivre dans des conditions climatiques spécifiques de la région (**Mbaye et Ndao, 2015**). De surcroît, les agriculteurs utilisent fréquemment des intrants agricoles tels que les engrais chimiques et les pesticides pour augmenter les rendements, mais cela peut entraîner des risques environnementaux tels que la pollution de l'eau et la dégradation des sols. Certaines initiatives encouragent l'agroécologie et l'utilisation d'engrais organiques pour faire face aux problèmes environnementaux. Par ailleurs, les pratiques culturales sont adaptées aux conditions semi-arides de la région et utilisent fréquemment des techniques d'irrigation et le système de périmètre pour maximiser l'utilisation de l'eau (**Ndiaye et al., 2017**).

1.2.3 La préparation optimale du sol et le choix des variétés

Le choix et la préparation du sol sont des étapes essentielles pour assurer le succès agricole, en particulier dans le lac de Guiers, où différents types de sols avec des caractéristiques propres coexistent. Il est donc essentiel de choisir le sol le mieux adapté à la culture envisagée. Une préparation minutieuse du sol est nécessaire, pour le rendre propice à la croissance des cultures en éliminant les mauvaises herbes et les obstacles. Bien qu'elle prenne du temps, cette approche minutieuse permet d'économiser des ressources telles que l'eau, contribuant ainsi à une agriculture

respectueuse de l'environnement. Des techniques de préparation respectueuses sont également nécessaires pour éviter toute dégradation de la structure du sol ou perturbation de sa vie biologique, comme souligné par **REFSA** en **2015**.

En outre, l'assolement est un système d'organisation des cultures sur une parcelle de terre, qui consiste à alterner différentes cultures d'une année à l'autre ou d'une saison à l'autre. Ce procédé permet de conserver la fertilité du sol et d'optimiser la production agricole en évitant l'épuisement des ressources. Il est courant au lac de Guiers, ce qui favorise la diversification des cultures, la lutte contre les maladies et les ravageurs et l'amélioration générale de la fertilité et de la structure du sol. Selon **Beniast (1987)**. Le choix des variétés de cultures maraîchères est également influencé par une variété de facteurs, notamment le climat, les conditions de développement, les exigences du marché et les consommateurs, ainsi que le niveau de technicité et de formation des maraîchers. Les choix d'espèces rustiques et adaptées aux conditions locales peuvent réduire les défis de commercialisation et augmenter la rentabilité de l'agriculture.

1.3 PRATIQUES PAYSANNES ET TECHNIQUES CULTURALES

1.3.1 Utilisation des intrants agricoles

Les cultures maraîchères autour du Lac de Guiers utilisent fréquemment des intrants agricoles tels que les engrais chimiques et les pesticides pour améliorer les rendements et contrôler les ravageurs et les maladies. Cependant, pour réduire les effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine, leur utilisation doit être gérée de manière responsable.

1.3.2 La matière organique des sols

Selon **Toukara (2015)**, la matière organique provient de la décomposition des produits d'origine animale et des produits végétaux qui s'accumulent à sa surface : débris de tiges, de feuilles, mais également de racines pouvant constituer une source de matière organique importante. Les maraîchers voient dans les déchets organiques une opportunité pour s'adapter à des contraintes comme : l'effet du sel et la surexploitation des sols.

1.3.3 Le fumier

Il s'obtient par la fermentation des déjections et de la litière (paille, coques d'arachides) des animaux (volaille, cheval, mouton, chèvre, bovin). Au Lac de Guiers, les animaux sont souvent en divagation, il est parfois difficile à obtenir. Alors, il faut mettre le fumier et la litière en tas et éviter

que ce tas de fumier ne se dessèche. Le fumier doit être décomposé avant son utilisation dans le maraîchage (**Beniest, 1987**).

1.3.4 Le compost

C'est un mélange de résidus divers d'origine végétale ou animale mis en fermentation lente afin d'assurer la décomposition des matières organiques, On fabrique un bon compost, en tas ou en fosses, en épandant des déchets végétaux (paille, feuilles d'arachide, d'haricot ou de niébé, balle de riz, bagasse de canne à sucre, tiges de mil, sorgho, maïs...), des ordures ménagères bien triées et éventuellement des matières organiques d'origine animale, en couches régulières en alternance avec des couches de bonne terre et de paille. On pourra enfouir ce compost décomposé au bout de 4 à 6 mois (**Beniest, 1987**).

1.3.5 Le Biochar ou Biocharbon

Le biochar, un matériau riche en carbone (C) produit par la pyrolyse de résidus organiques, est fréquemment utilisé comme amendement du sol pour améliorer la fertilité et les propriétés du sol dans les climats tropicaux. Cependant, il s'avère très prometteur pour améliorer la vitalité et la productivité du sol, rendre les plantes plus résilientes aux stress, réduire les émissions de gaz à effet de serre et restaurer les sols dégradés par l'agriculture en climat tempéré. En somme, la littérature manque encore d'informations sur la caractérisation et la production du biochar, ce qui limite notre jugement sur le meilleur type de biochar pour atteindre le service écosystémique souhaité. En outre, il subsiste une lacune dans les connaissances sur le potentiel du biochar à améliorer la résilience des agroécosystèmes à la lumière de l'évolution de l'environnement et du changement climatique (**Vicky et al., 2021**).

1.3.6 Les engrais chimiques

Les engrais chimiques sont largement utilisés dans le maraîchage au Lac de Guiers, ils permettent d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des cultures. Cependant, les engrais les plus utilisés sont l'urée, le NPK et le DAP (**Beniest, 1987**). Le Tableau (1) donne la composition de quelques engrais couramment utilisés au Sénégal en générale et au Lac de Guiers en particulier.

Tableau 1 : Composition de quelques engrais

Type d'engrais	Azote (N) %	Phosphore (P) %	Potassium (K) %
NPK 10-10-20	10	10	20
NPK 15-15-15	15	15	15
NPK 18-46-0	18	46	0
Urée	46	0	0
Superphosphate triple	0	46	0
Chlorure de potassium	0	0	60
Fertilisants organiques	Varie	Varie	Varie

Source : Banque Mondiale (2023)

1.3.7 Les pesticides et biopesticides

L'introduction des pesticides dans l'agriculture a contribué d'une façon générale à l'amélioration des rendements agricoles, mais elle suscite de nombreuses inquiétudes liées notamment à leur toxicité et à leur impact négatif sur l'homme et l'environnement. C'est pourquoi, il est nécessaire de contrôler de manière rigoureuse l'usage des pesticides dans les pays en développement comme le Sénégal (Cissé et al., 2003). Le tableau (2) ci-après énumère certains pesticides courants, leur usage et les produits dans lesquels on les trouve normalement. Il existe de nombreux types de pesticides autres que ceux énumérés ci-après.

Tableau 2 : Types de pesticide

Catégories	Usage
Insecticides	Détruisent ou repoussent les insectes, les tiques et les mites.
Fongicides	Détruisent les moisissures, le mildiou et autres champignons.
Nématicides	Servant à détruire les nématodes parasites des cultures
Herbicides	Détruisent les mauvaises herbes ou les plantes indésirables.

Source : CCHST (2023)

Près de 70 000 produits chimiques sont commercialisés un peu partout dans le monde et malgré cette très grande gamme, 1500 molécules nouvelles sont mises sur le marché chaque année. Il est

estimé qu'au moins 30000 substances n'ont pas fait l'objet d'études poussées sur leurs risques toxiques (**Thiam et Sagna, 2009**).

À l'opposé des pesticides conventionnels, les biopesticides présentent plusieurs avantages et s'avèrent être une alternative très prometteuse. Ils sont développés à partir d'organismes vivants naturels tels que les plantes et les micro-organismes (bactéries, champignons et virus) et peuvent lutter contre les insectes nuisibles aux plantes grâce à leur mode d'action non toxique et écologique (**Leng et al., 2011 ; Zaki et al., 2020**). Ces produits biologiques présentent plusieurs avantages : Ils sont biodégradables et ne laissent pas de résidus nocifs, peuvent être moins chers que les pesticides chimiques de synthèse lorsqu'ils sont produits localement et peuvent s'avérer plus efficaces à long terme, tout en évitant la pollution de l'environnement (sol, air et eau) et les problèmes de résistance grâce à leur mode d'action complexe. Les biopesticides n'affectent généralement que le bioagresseur ciblé et les organismes étroitement apparentés ; cela permet de protéger les autres organismes vivants dans le même environnement. Cependant, leur vitesse d'action souvent lente et leur efficacité souvent variable à cause de l'influence de divers facteurs biotiques et abiotiques en sont les quelques inconvénients (**Fravel, 2005**).

1.3.8 Gestion Intégrée des Ravageurs autour du Lac de Guiers

Selon **Diouf et al. (2024)**, après l'utilisation des intrants agricoles tels que les engrais et les pesticides, il est essentiel de mettre en place des pratiques de Gestion Intégrée des Ravageurs (GIR) dans la zone autour du Lac de Guiers afin de favoriser une agriculture durable. La rotation des cultures, la plantation d'espèces résistantes aux ravageurs et la lutte biologique font partie de la GIR, réduisant ainsi la dépendance aux pesticides chimiques et minimisant les impacts environnementaux. Des programmes de formation et de sensibilisation doivent également être mis en place pour informer les agriculteurs sur l'utilisation appropriée des intrants agricoles, tels que les doses recommandées, les périodes d'application optimales et les précautions de sécurité. Essentiellement, les ressources agricoles autour du lac doivent être utilisées de manière responsable, ce qui favorise la durabilité environnementale.

1.4 GESTION DE L'IRRIGATION ET DE L'EAU

1.4.1 Les systèmes d'irrigation

Les agriculteurs utilisent diverses sources d'eau pour l'irrigation, notamment les eaux du Lac de Guiers, les puits, les rivières locales ou les systèmes d'irrigation basés sur les eaux souterraines.

Selon **Beniest (1987)**, les maraîchers utilisent des systèmes d'irrigation tels que le goutte-à-goutte, l'aspersion et les canaux d'irrigation pour fournir l'eau nécessaire aux cultures. L'irrigation est souvent programmée en fonction des besoins en eau des légumes cultivés et des conditions climatiques. Pour **Beniest (1987)**, les systèmes d'irrigation les plus utilisés au Lac de Guiers sont :

- L'irrigation à l'arrosoir : ce système d'irrigation demande beaucoup de travail et limite donc aussi les surfaces à cultiver. En pépinière, on utilise de préférence un arrosoir avec une pomme fine afin d'éviter que les jeunes plants ne se couchent suite à un jet d'eau trop puissant ; sur les planches où les plants sont peu écartés, on utilise un arrosoir avec sa pomme ;
- L'irrigation à la raie demande beaucoup d'eau mais moins de travail pour les irrigations et permet ainsi d'irriguer des surfaces plus grandes. Elle demande des travaux d'aménagement du terrain (canalisation, nivellement) importants et se pratique sur des sols plus lourds ;
- L'irrigation par aspersion demande des investissements de base assez importants (pompes, tuyaux, rampes, asperseurs...) mais permet aussi d'irriguer des terrains plus grands. Il est recommandé de consulter des spécialistes de l'irrigation avant d'appliquer ce système d'irrigation.

1.5 ROTATION DES CULTURES ET PRATIQUES CULTURALES DOMINANTES

1.5.1 La rotation des cultures

Selon **Faye (2024)**, la méthode agricole appelée rotation des cultures consiste à alterner différentes espèces végétales sur une même parcelle de terre à des périodes spécifiques. De manière durable, cette pratique vise à améliorer la santé du sol, à réduire les maladies et les ravageurs, à optimiser l'utilisation des nutriments et à augmenter les rendements. Elle permet d'exploiter les avantages de chaque culture, de favoriser la biodiversité du sol et de prévenir l'épuisement des nutriments particuliers. La rotation des cultures est essentielle pour maintenir la fertilité du sol et réduire la dépendance aux intrants chimiques. Les rotations de cultures qu'on trouve dans la zone du Lac de Guiers sont (**Diouf et Ndiaye, 2014**) :

- **Patate douce - manioc** : C'est le système le plus répandu. La jachère dure 2-3 ans et est généralement mise en place après 2 ans de cultures, lorsque le niveau d'infestation des nématodes devient trop fort.

- **Maraîchage - manioc - patate douce** : Ce système est pratiqué dans les zones où l'irrigation est disponible. Le maraîchage est généralement pratiqué pendant l'hivernage, avec des cultures comme le gombo, l'aubergine et le diakhatou.
- **Arachide - patate douce - manioc** : Ce système est pratiqué dans les zones où les sols sont plus sableux. L'arachide est une culture de rente importante dans la région du Lac de Guiers.

1.5.2 L'association des cultures

Selon Faye (2024), l'association des cultures est une technique agricole où différentes espèces végétales sont cultivées simultanément dans une même parcelle. Il est possible d'optimiser l'utilisation des ressources, de favoriser des interactions favorables entre les plantes (telles que la fixation d'azote ou la protection contre les ravageurs) et de contribuer à diversifier les revenus agricoles tout en renforçant la résilience du système face aux changements climatiques et aux maladies. Par contre, les mauvaises associations de cultures peuvent entraîner une concurrence pour les ressources telles que la lumière, l'eau et les nutriments, ainsi qu'un risque accru de maladies ou de ravageurs communs. Par exemple, le maïs et les tomates rivalisent pour la lumière, mais les pommes de terre et les tomates sont également vulnérables aux maladies fongiques similaires. De même, les haricots et les oignons ont différents besoins nutritifs et peuvent être touchés par les mêmes maladies (Faye, 2024). Pour REFSA (2015), voici quelques autres associations de cultures courantes au Lac de Guiers : Gombo, piment et aubergine ; Laitue et poireau ; Melon et pastèque.

1.6 RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIÉS AUX PRATIQUES AGRICOLES

1.6.1 Qualité du sol

Des études réalisées par l'USAID (1990), la SAED (1994) et la Direction de l'Agriculture (1994) ont montré que, les taux d'exploitation des terres arables les plus élevés s'observent dans le bassin arachidier (81 %), les Niayes (65 %) contre seulement 40 % en Casamance et au Sénégal Oriental.

La fertilité du sol, la salinité, l'acidité ou l'alcalinité excessive peuvent limiter la croissance des cultures maraîchères. Cependant, l'amélioration de la fertilité du sol par l'ajout de matière organique, la pratique de la rotation des cultures et l'application d'amendements spécifiques peuvent aider à surmonter ces limitations. La présence et la disponibilité de ces éléments dans le sol en déterminent la richesse naturelle. Malheureusement la plupart des sols au Lac de Guiers sont très pauvres en plusieurs de ces éléments et il faut donc les apporter en quantités suffisantes pour

permettre une bonne croissance et donc une bonne production des cultures. Cet apport en éléments nutritifs se fait avec de la matière organique et avec des engrais chimiques (**Beniest,1987**).

Cependant, certains sols peuvent être affectés par un processus de salinisation ou d'acidification. Le terme de salinisation définit un processus d'accumulation ou d'enrichissement en sels (du latin *sal*) qui s'exprime dans tous les environnements terrestres, aquatiques et atmosphériques, notamment dans le sol. La salinisation se produit soit naturellement dans les eaux de surface (rivières, lacs), les eaux souterraines, les environnements secs, les sols et les zones humides, soit artificiellement dans les sols et les eaux au cours des activités anthropiques (irrigation et fertilisation des sols, rejets domestiques et industriels, etc.) (**Montoroi, 2018**).

Pour **Harter (2007)**, l'acidification du sol est un processus naturel ayant d'importants effets sur la croissance des plantes. À mesure que le sol devient de plus en plus acide, particulièrement lorsque le pH descend en-dessous de 4,5, il est de plus en plus difficile de produire des cultures vivrières. Et selon les laboratoires du réseau **REQUASUD (2018)**, il est important de connaître le pH de son sol, car le choix des végétaux en dépend, ceux-ci se développeront mieux s'ils sont plantés dans une terre dont le taux d'acidité correspond à leur besoin. Le Tableau 3 ci-dessous donne le statut acido-basique du sol et la tolérance de quelques légumes au pH.

Tableau 3 : Statut acido-basique du sol

<i>STATUT ACIDO-BASIQUE</i>	<i>VALEUR DU pH</i>
<i>Sol très acide</i>	pH ≤ 5,5
<i>Sol acide</i>	5,5 < pH ≤ 6,0
<i>Sol peu acide</i>	6,0 < pH ≤ 6,5
<i>Sol neutre</i>	6,5 < pH ≤ 7,0
<i>Sol peu alcalin (peu basique)</i>	7,0 < pH ≤ 7,5
<i>Sol alcalin (basique)</i>	pH > 7,5

Source : *REQUASUD (2018)*

1.6.2 Pollution des sols

La pollution des sols dans la zone du Lac de Guiers est un problème majeur en raison des activités agricoles intensives, de l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques, ainsi que d'autres activités industrielles et urbaines. Les métaux lourds, les produits chimiques organiques persistants et leurs

emballages sont quelques-uns des contaminants qui peuvent causer cette pollution. Selon **Faye et al. (2024)**, ces contaminants réduisent la fertilité du sol, entravent la croissance des cultures et contaminent les eaux souterraines. Les sols contaminés peuvent également nuire à la santé humaine, en particulier en mangeant des cultures contaminées ou en inhalant des particules de sol contaminées. En conséquence, la gestion durable des sols dans la région du Lac de Guiers est cruciale pour réduire la pollution, préserver la productivité agricole et protéger la santé publique et l'environnement (**Sall et al., 2024**).

1.6.3 Pollution de l'eau

La pollution de l'eau dans la zone du Lac de Guiers est un problème important pour l'environnement en raison des activités agricoles intensives qui se déroulent dans la zone. Cependant, le ruissellement des pesticides et des engrais chimiques des champs vers les cours d'eau et les lacs, ainsi que l'érosion des sols causée par les pratiques de labour et de déforestation, sont les principales sources de cette pollution (**Ndiaye et al., 2024**). La contamination chimique de l'eau est causée par les résidus de pesticides et de nutriments des engrais, qui ont un impact sur la qualité de l'eau et présentent un risque pour la biodiversité aquatique et la santé humaine. De plus, la sédimentation accrue provoquée par l'érosion des sols peut obstruer les cours d'eau et réduire la capacité du lac à stocker de l'eau. La pollution de l'eau est également causée par une gestion inadéquate des déchets agricoles et domestiques. Pour réduire ce problème, des mesures de conservation des sols comme la plantation d'arbres pour réduire l'érosion, et l'adoption de pratiques agricoles durables et respectueuses de l'environnement sont essentielles pour protéger la qualité de l'eau dans la région du Lac de Guiers (**Ndiaye et al., 2024**).

1.6.4 Impact sur la biodiversité locale

L'impact des méthodes agricoles intensives sur la biodiversité locale dans la zone du Lac de Guiers est important et implique plusieurs facteurs. La transformation des terres naturelles en terres agricoles, qui est souvent accompagnée de défrichements et de déboisements, entraîne la perte d'habitats naturels pour de nombreuses espèces végétales et animales autochtones (**Diouf et al., 2024**). De plus, l'utilisation intensive d'engrais et de pesticides peut contaminer le sol et l'eau, affectant les populations d'invertébrés aquatiques et de poissons. De même, l'exposition aux pesticides affecte également les pollinisateurs tels que les abeilles, ce qui peut affecter la pollinisation des cultures et la diversité florale. Il est essentiel de mettre en œuvre des mesures de

conservation de la biodiversité, telles que la création de corridors écologiques, la promotion de pratiques agricoles durables comme l'agroforesterie et la réduction de l'utilisation de produits chimiques nocifs pour l'environnement, afin d'atténuer ces impacts **(Diouf et al., 2024)**.

1.6.5 Risques pour la santé humaine liés aux pesticides

Les maraîchers et les consommateurs peuvent être exposés aux pesticides et aux engrais par contact direct, par inhalation ou par ingestion de produits contaminés. Cela peut causer des problèmes de santé aigus et chroniques, tels que des irritations cutanées, des troubles respiratoires, des cancers et des problèmes neurologiques. Les intoxications par les pesticides représentent aujourd'hui un véritable problème de santé publique dans les grandes zones de cultures de nombreux pays africains. Cependant, quelques éléments peuvent être puisés de la littérature et de l'expérience pour illustrer la situation : entre Janvier 1992 et décembre 2007, le Centre Anti Poison Marocain a enregistré plus de 2609 cas d'intoxication **(Halem et al., 2009)**. Au Sénégal, PAN Africa a recensé 258 cas entre 2002 et 2005 **(Thiam et Touni, 2009)** ; au Bénin entre Mai 2007 et Juillet 2008, 105 cas dont 9 décès dus à l'endosulfan (taux de létalité 9%) ont été rapportés **(Badarou et Coppieters, 2009)**. Au Mali, les cas intoxications dues aux pesticides ont été estimés annuellement à près de 329 avec 30 à 210 décès et de 1150 à 1980 intoxications chroniques **(FAO/CILSS, 2000)**, etc. Les produits maraîchers contaminés par des pesticides peuvent être dangereux pour la santé des consommateurs.

1.6.6 Cadres politiques et réglementaires sur les pesticides

Les États africains ont largement ratifié et signé les principales lois internationales sur la gestion des produits chimiques. Ceux-ci comprennent le Code de conduite de la FAO, la Convention de Rotterdam sur le Consentement Préalable en Connaissance de Cause (PIC), la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POPs), l'Approche Stratégique de la Gestion Internationale des Produits Chimiques (SAICM), la Convention de Bâle, la Convention de Bamako, la Réglementation Commune du CILSS, et d'autres. De plus, ces États ont créé des organismes de coopération pour la gestion des produits phytosanitaires, comme le CILSS, la CEDEAO, le CPAC, etc.

Selon **Cissé et al. (2003)**, les lois nationales sur les produits phytosanitaires du Sénégal comprennent la loi n° 84-14 du 2 février 1984 et son décret d'application n° 84-503 du 2 mai 1984, qui régissent les spécialités agro-pharmaceutiques et assimilées. Les lois et réglementations

nationales, ainsi que des conventions régionales et internationales, complètent ces règlements pour réguler la vente et la distribution des produits phytosanitaires. En outre, le pays a pris part activement à la création du Comité Sahélien de Pesticides (CSP) et à la mise en place d'une réglementation commune pour l'homologation des pesticides au sein du Comité inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS), dans le but de garantir la sécurité des produits phytosanitaires.

1.6.7 Bases écologiques de l'agriculture saine et durable

Selon **Nahal (1998)**, une approche intégrée englobant la conservation, la gestion, le traitement et l'utilisation des ressources naturelles, ainsi que la politique de développement et de planification de ces ressources, est nécessaire pour le développement d'une agriculture durable. En fournissant aux plantes les nutriments nécessaires à leur croissance, les pratiques culturales préservant la fertilité du sol constituent le fondement d'une agriculture écologique, saine et durable. La rotation des cultures, l'utilisation de compost et d'autres matières organiques, la couverture des sols, la lutte biologique contre les ravageurs et les maladies, ainsi qu'une gestion efficace de l'eau sont quelques-unes de ces pratiques. Il est possible de favoriser des systèmes agricoles plus durables et respectueux de l'environnement en combinant ces approches agroécologiques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Description de la zone du Lac de Guiers

2.1.1 Situation géographique et administrative

Cette étude a été menée dans la zone du Lac de Guiers (figure 1), située à la limite entre la Vallée et le Delta, à hauteur de la ville de Richard-Toll au nord du Sénégal ($15^{\circ}55'$ et $16^{\circ}23'N$; $16^{\circ}04'$ et $16^{\circ}16'W$) (Ndiaye, 2019). Avec une superficie d'environ 250 km², le Lac de Guiers constitue une vaste réserve d'eau située en rive gauche dans la zone du delta du fleuve Sénégal et reliée au fleuve Sénégal par le marigot de la Taouey. Il est l'unique lac d'eau douce d'importance au Sénégal. Il communique alors directement avec le lit mineur du fleuve par l'intermédiaire du marigot sinueux de la Taouey (Diouf et al., 2016). En plus de son rôle important pour le ravitaillement en eau potable de Dakar, la capitale sénégalaise, il est principalement exploité à des fins agricoles. Ainsi, avec la présence de l'eau à proximité de terres aptes à l'agriculture, il suscite un grand intérêt aussi bien pour les petits producteurs que pour les grands investisseurs dans l'agrobusiness en vue d'y développer des cultures d'exportation et industrielles. Les agrobusiness sont à l'origine de l'intensification agricole auquel s'ajoute le changement climatique qui font peser de nouveaux risques sur la population.

- **Le site de Pakh :** Pakh est un village situé dans la partie sud de la commune de Ronkh et au nord-ouest du lac de Guiers. Il est situé entre $15^{\circ}49'37,412'' W$ et $16^{\circ}21'33,48'' N$. Il polarise les villages de Bountou Bath 1 et 2, Ouroulbé, Tordionabé, Nietti yone, Keur Idy, Karalacsar et Colonna.
- **Le site de Mbane :** Le village de Mbane est le siège de la commune du même nom qui couvre une superficie d'environ 1.906 Km². Elle se situe dans la zone du lac de Guiers entre les latitudes $15^{\circ}47'38,88 W$ et $16^{\circ}16'3,07 N$. Comme le village de Pakh, il correspond principalement à la partie Sud de la RN2 sur l'axe Richard-Toll-Dagana. La zone de Mbane occupe la partie Nord-Ouest de la commune et bénéficie d'une large ouverture sur le Lac de Guiers, qui constitue toute sa limite ouest.

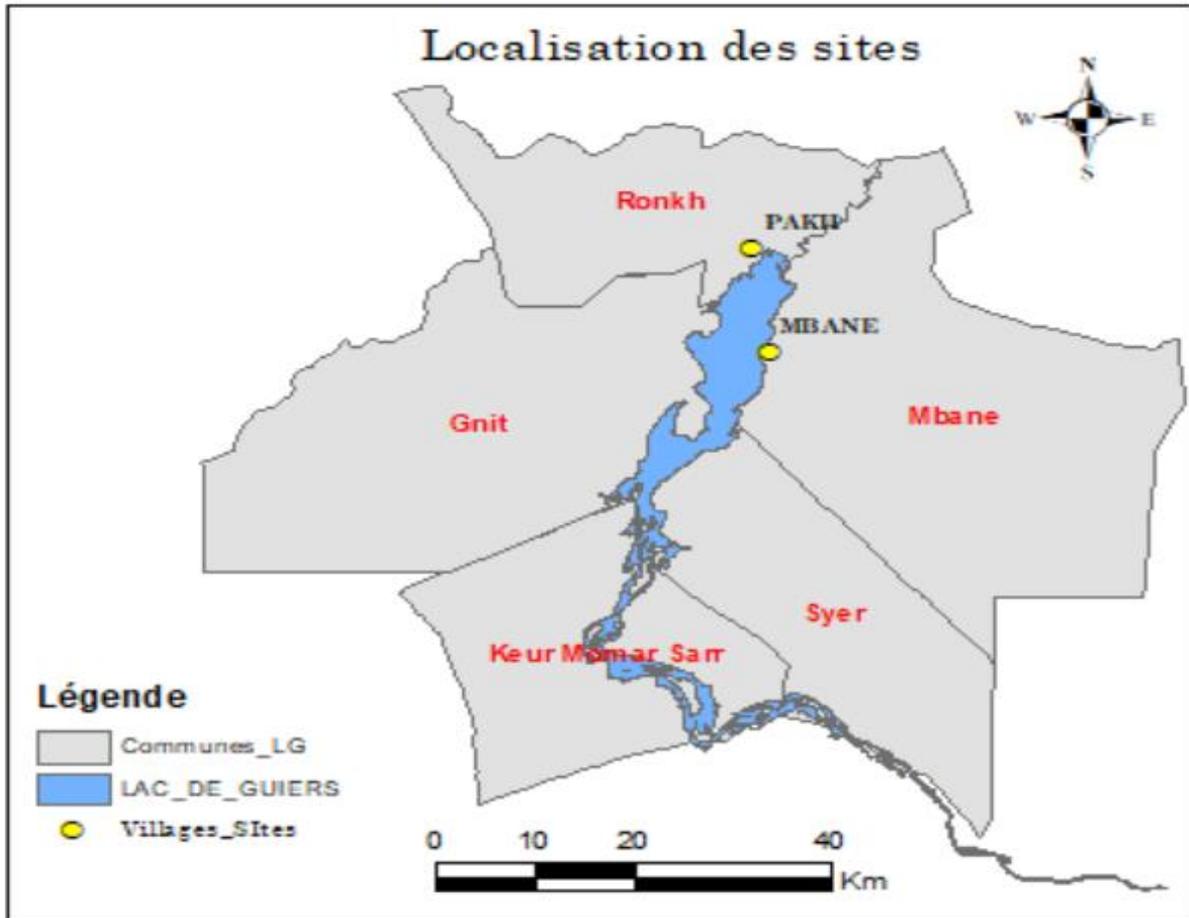


Figure 1 : Situation géographique de la zone du lac de Guiers (source : CRA, 2023)

2.1.2 Le climat

Le climat de la zone du lac de Guiers est de type sahélien caractérisé par des hivernages de courte durée (environ 3 mois, juillet à octobre), une pluviométrie faible (environ 300 mm/an), mal répartie dans le temps et soumise à une très forte irrégularité interannuelle. Durant la saison sèche (Novembre à Juin), les températures sont très élevées (30°C en moyenne), l'humidité relative faible et les vents forts et secs. On note en effet une prédominance de l'harmattan, vent chaud et sec, chargé de poussières et atteignant des vitesses de 70 km/h (Niang et Kane, 2018).

2.1.3 Sols et végétation

Ils sont marqués par la dualité de l'organisation des paysages : diéri et take.

Les sols Diéri sont subarides, avec une texture contenant de fortes proportions de sables. Très perméables, ces sols se répartissent en quatre groupes (Coly, 1992) :

- sols bruns subarides, familles sur sables et familles sur alluvions sableuses;
- sols bruns rouges, familles sur sables siliceux;
- sols faiblement évolués, familles sur sables siliceux;
- sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés, familles sur sables.

Sur ces sols, pousse une végétation maigre de steppe à épineux dominée par les acacias.

Les sols de take sont soit hydromorphes, soit halomorphes : les sols hydromorphes se rencontrent aux environs immédiats du lac, ils sont humides à gley de profondeur, famille sur colluvions sableuses. Les sols halomorphes ne se rencontrent qu'à l'Ouest de la Taouey. Ils sont de la famille des sols halomorphes sur colluvions sableuses. Une végétation herbacée et arbustive se développe sur les sols de Take.

La végétation et la flore du Lac de Guiers sont très diversifiées et dépendent de la nature du sol, de la profondeur de l'eau et de la saison. Sur les rives du lac, on trouve des formations végétales arbustives et arborées, dominées par des espèces telles que le tamaris (*Tamarix senegalensis*), le gommier blanc (*Acacia senegal*), le palmier doum (*Hyphaene thebaica*) et le baobab (*Adansonia digitata*). Ces formations végétales offrent un habitat important pour la faune, notamment les oiseaux et les mammifères. Suite aux nouvelles conditions écologiques liées aux aménagements réalisés sur le fleuve Sénégal, un développement important de macrophytes flottantes et fixées est observé dans certaines zones du lac. Sur plus du tiers du Lac, on observe une végétation aquatique dense essentiellement dominée par *Typha australis* et *Phragmites australis* (roseau). On note également une abondance des phytoplanctons au niveau du lac (Mbaye, 2013). La végétation et la flore du Lac de Guiers sont importantes pour la biodiversité de la région. Elles contribuent à la régulation du climat, à la protection des sols et à la fourniture de nourriture et d'habitat pour la faune (Faye, 2013).

2.1.4 Potentiel humain et activités socio-économiques autour du lac de Guiers

La population autour du lac de Guiers est composée de plusieurs ethnies, dont les principales sont les Wolofs, les Sereres, les Toucouleurs et les Soninkés. Elle est majoritairement rurale, et la majorité des habitants vivent de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage (Seck, 2005 ; Faye, 2013).

Les principales activités socio-économiques autour du lac de Guiers sont les suivantes :

- La production agricole : il s'agit de l'activité économique principale autour du lac de Guiers. Les principales cultures sont le riz, le mil, le sorgho et le maïs. Les agriculteurs utilisent les eaux du lac pour l'irrigation de leurs cultures maraichères. Ces eaux fournissent également

un habitat pour les poissons, qui sont une source de nourriture importante pour les agriculteurs.

- La pêche : elle constitue une autre activité importante autour du lac de Guiers. Les principales espèces de poissons pêchées sont le tilapia, le capitaine et le bar. Les pêcheurs utilisent des pirogues traditionnelles pour pêcher dans le lac. Ils vendent ensuite leur poisson sur les marchés locaux.
- L'élevage : qui est également une activité importante autour du lac de Guiers. Les principales espèces d'élevage sont les bovins, les ovins et les caprins. Les éleveurs utilisent les pâturages autour du lac pour faire paître leurs animaux. Les animaux sont une source de nourriture et de revenus pour les éleveurs.

Les activités socio-économiques autour du lac de Guiers sont essentielles à la survie des populations riveraines. Elles contribuent à la sécurité alimentaire, à la création d'emplois et à l'amélioration des conditions de vie des populations. En plus de ces activités traditionnelles, le lac de Guiers est également une destination touristique importante. Les touristes viennent admirer la beauté du lac et ses paysages naturels (Thiam, 2012).

2.2 Approche méthodologique

2.2.1 Collecte des données socioéconomiques

Les données ont été recueillies à l'aide d'une fiche d'enquête, puis reportée sur EXCEL. Un questionnaire structuré a été élaboré pour recueillir les informations nécessaires à cette étude. Avant l'administration à grande échelle, le questionnaire a été soumis à un test pilote afin d'identifier et de corriger les éventuelles ambiguïtés ou difficultés de compréhension. Ce pré-test a permis d'affiner les questions pour garantir leur clarté et leur pertinence.

L'administration du questionnaire a été réalisée auprès des chefs d'exploitation (figure 2), choisis comme unités de sondage. Ce choix se justifie par leur connaissance approfondie des pratiques maraîchères, ce qui les rend aptes à fournir des informations précises et détaillées pour l'étude.

L'échantillonnage a été effectué en utilisant la formule de Fisher et al. (1994), qui est la suivante :

$$Ne = \frac{n}{1 + (n - \frac{1}{N})}$$

- Ne = taille de l'échantillon,
- $n = 1/d^2$: degré de représentativité de l'échantillon,
- d= marge d'erreur,

- N= Nombre de ménages total.

Sur une population de 557 personnes, 69 ont été enquêtées réparties dans les deux villages (Tableau 4).

Tableau 4 : Taille de l'échantillon des chefs d'exploitation enquêtés par village

Villages	Nombre d'exploitations	Echantillon
<i>Pakh</i>	184	37
<i>Mbane</i>	373	32
Total	557	69

Les enquêtes ont permis de collecter les données quantitatives et qualitatives.



Figure 2 : Différentes enquêtes réalisées sur le terrain

2.2.2 Le prélèvement et l'analyse du sol

L'objectif de l'échantillonnage était de prélever une partie de sol avec un poids (500 g) suffisamment petit pour être transporté facilement, mais assez représentatif pour que son analyse reflète les caractéristiques de l'ensemble du sol d'où il est tiré. Les sites de prélèvement ont été sélectionnés en fonction de plusieurs critères :

- Utilisation du sol : les sites avec différentes utilisations (cultures maraichages et pâturages).
- Accessibilité : Sites facilement accessibles pour faciliter le prélèvement régulier des échantillons.

Tableau 5 : Localisation et la taille de l'échantillon

Site	Nombre de champs	Echantillon prélevés	Latitude	Longitude
Pakh	37	17	16,43° à 16,44°	15,48° à 15,82°
Mbane	32	16	16,15° à 16,32°	15,47° à 15,87°
Total	69	33	-	-

Le nombre d'échantillons nécessaires est de 2 échantillons composites par hectare pour un sol homogène, et doit être ajusté en fonction des différentes cultures et substrats.

La procédure de préparation des échantillons consiste à prélever au moins 500 g de sol, à le placer dans un sachet plastique et à étiqueter le sachet avec le nom de l'échantillon.

Pour les cultures maraîchères, les échantillons ont été prélevés à une profondeur de 0-10 cm pour l'horizon de surface et de 0-30 cm pour la profondeur, en utilisant une tarière, en évitant de contaminer les différents horizons, et en utilisant un plantoir ou une cuillère pour le prélèvement.

La méthode de prélèvement (figure 3) a consisté à diviser un champ rectangulaire homogène en 4 parties suivant les diagonales, puis à mélanger les échantillons des parties 2 et 4, ainsi que des parties 1 et 3, pour obtenir des échantillons composites (**Edgerton et al.,1999**).

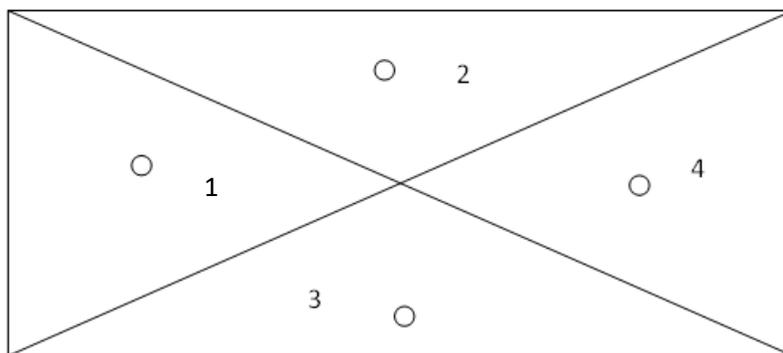


Figure 3 : Dispositif de collecte des échantillons de sol

L'identification de l'hétérogénéité se fait en observant les changements de couleur, ce qui nécessite de définir un nouveau rectangle et de prélever un nouvel échantillon, et les changements de texture, comme de sableux à argileux, pour ajuster l'échantillonnage.

L'équipement utilisé comprenait une tarière, des sacs de prélèvement, des gants de protection. Pour éviter toute altération, les échantillons ont été stockés dans des sacs étiquetés (date, site de

prélèvement, profondeur et localisation) et transportés rapidement au laboratoire. Au laboratoire de sol du Centre de Recherches Agricoles de Saint-Louis (CRA), les échantillons ont été analysés pour déterminer le pH, les concentrations en nutriments (azote, phosphore et potassium), la matière organique et la texture du sol. Les pratiques de prélèvement ont suivi des normes de propreté pour éviter la contamination croisée.

2.2.3 Evaluation des niveaux de fertilité des sols

La fertilité du sol étudié a été appréciée suivant les critères d'évaluation des classes de fertilité rapportée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Critères d'évaluation des classes de fertilité des sols

Niveau 2022	Niveau de fertilité				
	Très élevé	Elevé	Moyen	Bas	Très bas
PH	>8,5	8,5-7,8	7,8-6,5	6,5-5,3	< 5,3
CE (cmol+/kg)	> 25	25-15	15-10	10-5	< 5
N	> 0,08	0,08-0,06	0,06-0,045	0,045-0,03	< 0,03
C	> 60	60-50	50-30	30-15	< 15
C/N	> 10	10-7	7-5	5-2	< 2
MO	> 2	2-1,5	1,5-1	1-0,5	< 0,5
K	> 0,4	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	< 0,1
Pass (cmol+/kg)	>	20-15	15-10	10-5	< 5

Source : Amonmide et al. (2020)

Légende : **CE** : capacité d'échange cationique ; **MO** : matière organique ; **K** : Potassium ; **Pass** : Phosphore assimilable ; **N** : Azote ; **C** : carbone ; **C/N** : Rapport Carbone Azote ; **pH** : potentiel Hydrogène

2.2.4 Identification de pesticides et adventices

La liste globale des pesticides autorisés par le **Comité Sahélien des Pesticides** (Version Décembre 2021), nous a permis de vérifier et d'identifier l'homologation des pesticides dans la sous-région CEDEAO. Les différents adventices présents sur le site ont été identifiés sur la base des critères d'identification préalablement établis (**Adam, 1970**).

2.2.5 Traitement de données

Les données d'enquêtes ont été saisies puis traitées avec le tableur Excel pour être présentées sous forme de tableaux et graphiques. Les données socio-démographiques et de perceptions des services écosystémiques ont été soumises à des analyses de variances (univariées et multivariées) à l'aide du logiciel R version 4.3.0.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

3.1.1 Caractéristiques socio-démographiques des producteurs

3.1.1.1 Profil des enquêtés

L'âge moyen des enquêtés a été de 45±15,72 ans (20-71 ans) à Pakh et de 50±14,79 ans (21-73 ans) à Mbane. Les hommes sont majoritaires à Pakh et minoritaire à Mbane comme le montre le tableau 7.

Tableau 7 : Sexe et âge des enquêtés

Villages	Hommes (%)	Femmes (%)	Age Maximum (ans)	Age Moyen (ans)	Age minimum (ans)
<i>Pakh</i>	95	5	71	45	20
<i>Mbane</i>	31	69	73	50	21

Le tableau 8 révèle qu'une bonne partie des enquêtés des villages de Mbane (34%) et Pakh (3%) ne sont pas scolarisés. Par contre, à Pakh plus de la moitié de la population enquêtée est instruite à travers principalement l'école coranique (73%) et l'école primaire (14%). La plupart sont mariés et nous notons la présence des veuves à Mbane (3%).

Tableau 8 : Profil des enquêtés

	Pakh (%)	Mbane (%)
SITUATION MATRIMONIALE		
Marié	73	94
Célibataire	27	3
Veuve	0	3
NIVEAU D'INSTRUCTION		
Ecole coranique	73	47
Non scolarisé	3	34
Primaire	14	3
Secondaire	8	9
Universitaire	3	6

Aucun effet significatif n'a été observé entre les villages pour la profession. L'analyse de la figure montre que plus de 100% de la population de Mbane et 97% de la population de Pakh pratiquent le maraîchage (p-value = 0,3489). La plupart des enquêtés ont une expérience en maraichage de plus de 20 ans avec une période de culture qui s'étend toute l'année.

Tableau 9 : Activité principale, période de culture et expérience en maraichage

ACTIVITÉ PRINCIPALE	Pakh (%)	Mbane (%)
Maraîchage	97	100
Riziculture	3	0
PÉRIODE DE CULTURE		
Toute l'année	89	75
Saison sèche	11	25
EXPERIENCE EN MARAÎCHAGE		
plus de 20 ans	54	69
entre 20-16 ans	11	13
entre 15-10 ans	5	3
entre 10-5 ans	11	0
moins de 5 ans	19	16

3.1.2 Caractérisation des pratiques maraîchères

3.1.2.1 Spécifications cultivées

Les enquêtes menées ont permis de recenser 11 spéculations cultivées dans les deux villages. La figure 4 fait ressortir une dominance de l'Aubergine violette à Pakh (38%) suivi du Piment (24%), tant dis qu'à Mbane, la spéculation de référence a été la laitue (47%) suivi de l'oignon (22%) (p-value = 0,00001924).

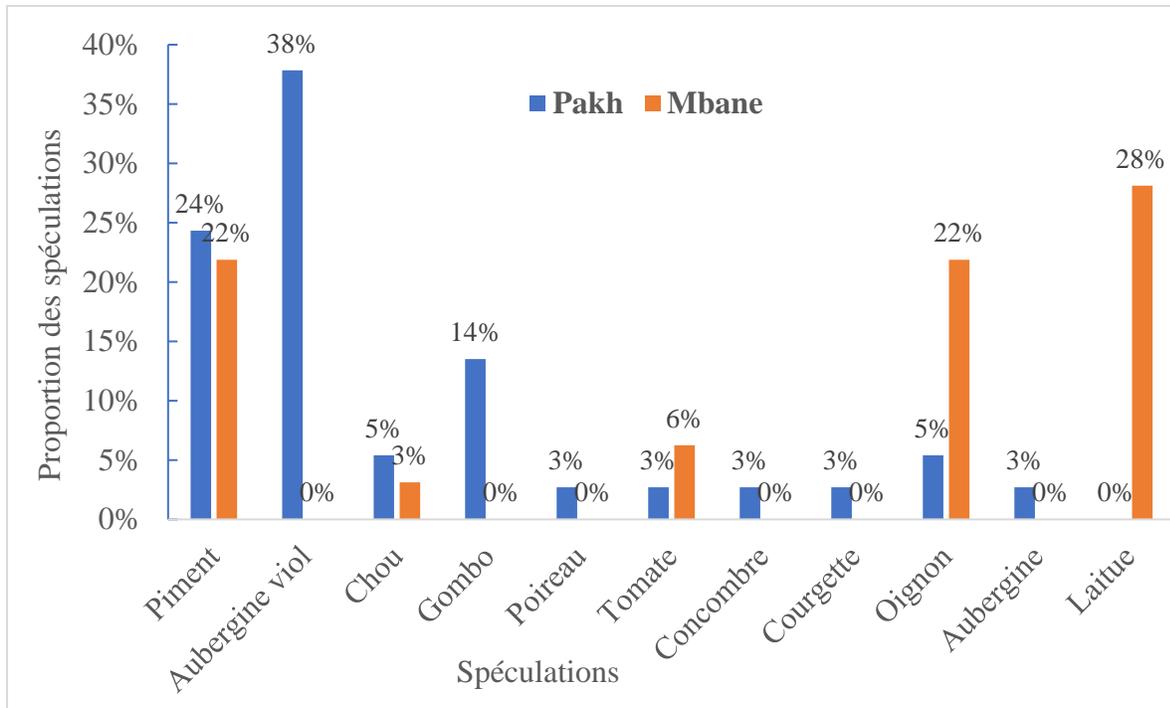


Figure 4 : Spéculations de la zone

3.1.2.2 Origine des intrants

Quatre sites ont été identifiés dont la ville de Richard Toll qui a été la plus sollicitée pour l’approvisionnement en intrants concernant les deux villages (p-value = 0005843) comme le montre la figure 5.

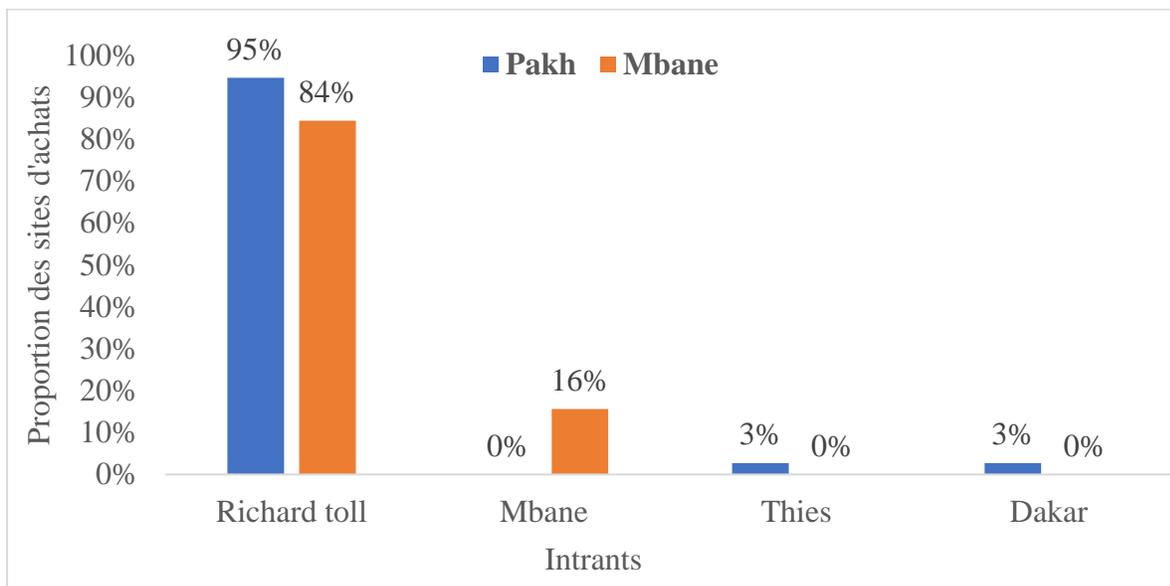


Figure 5 : Origine des intrants

3.1.2.3 Modes de préparation du sol et des semis

On remarque sur le tableau 10 que la technique manuelle de défrichage a été le plus utilisée à Pakh (62%) et à Mbane (78%). Dans le même sens, la préparation mécanisée du sol a été dominante à Pakh (51%) et moins dominante en Mbane (25%). Pour la préparation des semis, le mode de préparation en pleine terre a été la plus dominante à Pakh (84%) et à Mbane (100%).

Tableau 10 : Modes de préparation du sol et des semis

Mode de défrichages	Pakh (%)	Mbane (%)
<i>Manuel</i>	62	78
<i>Mécanisé</i>	38	16
<i>Chimique</i>	0	6
Préparation du sol		
<i>Manuel</i>	49	75
<i>Mécanisé</i>	51	25
Préparation semis		
<i>Pleine terre</i>	84	100
<i>Plaque alvéolée</i>	14	0
<i>Planche surélevée</i>	3	0

3.1.2.4 Techniques de protection des semis et pratiques culturales

La protection des semis par ombrage (61%) a été la plus pratiquée à Pakh, par contre, à Mbane c'est la protection en filets (50%) qui a été la plus dominante comme le montre la figure 6.

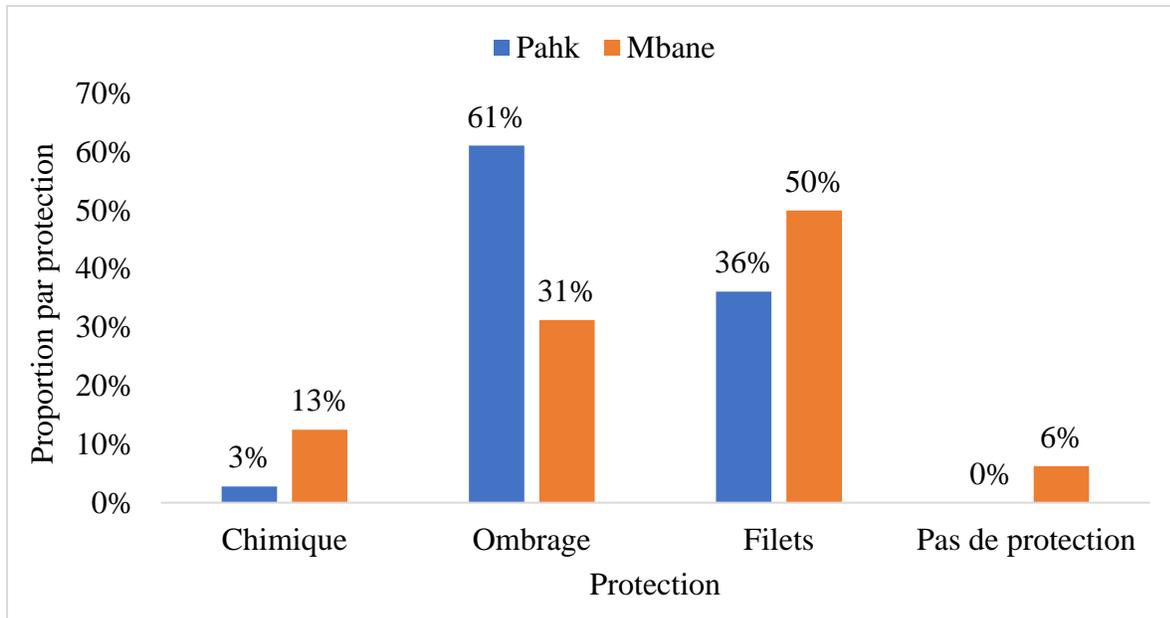


Figure 6 : Mode de protection des semis

3.1.2.5 Les pratiques culturelles

La figure 7 montre la pratique culturelle dans les deux villages. On remarque qu'à Pakh le billon (81%) a été la plus utilisée, par contre en Mbane c'est la planche (97%) qui a été la pratique culturelle dominante.

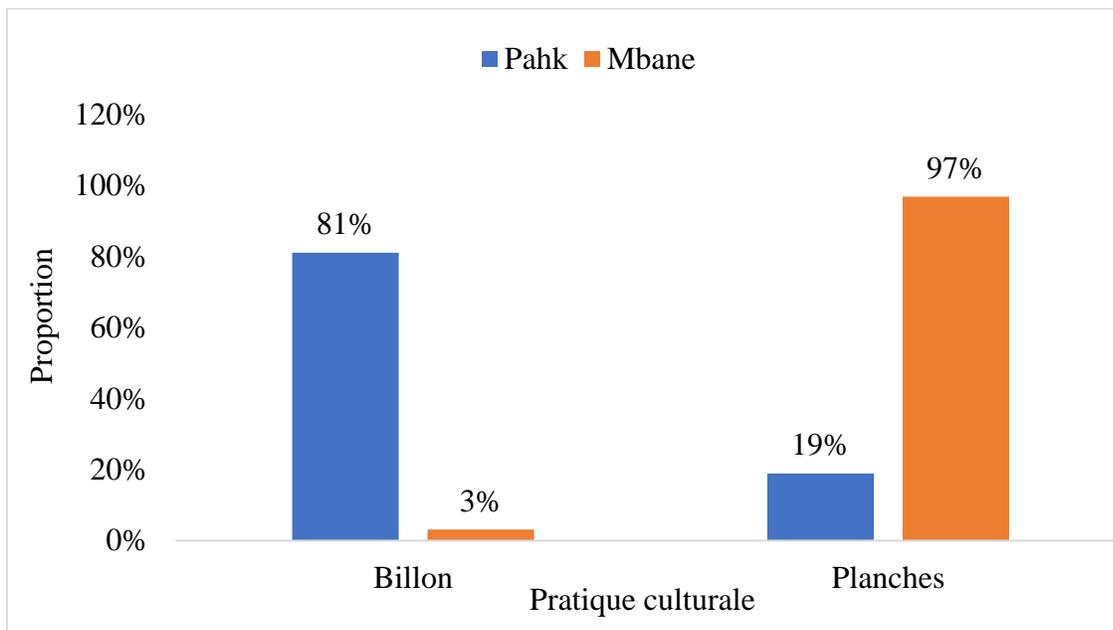


Figure 7 : Pratiques culturelles

3.1.2.6 Sources et techniques d'irrigation

La figure 8 montre que, la grande partie de l'eau utilisée pour le maraichage à Pakh provient du pompage du Lac (78%). Par contre à Mbane, l'eau vient des puits directs du Lac (66%).

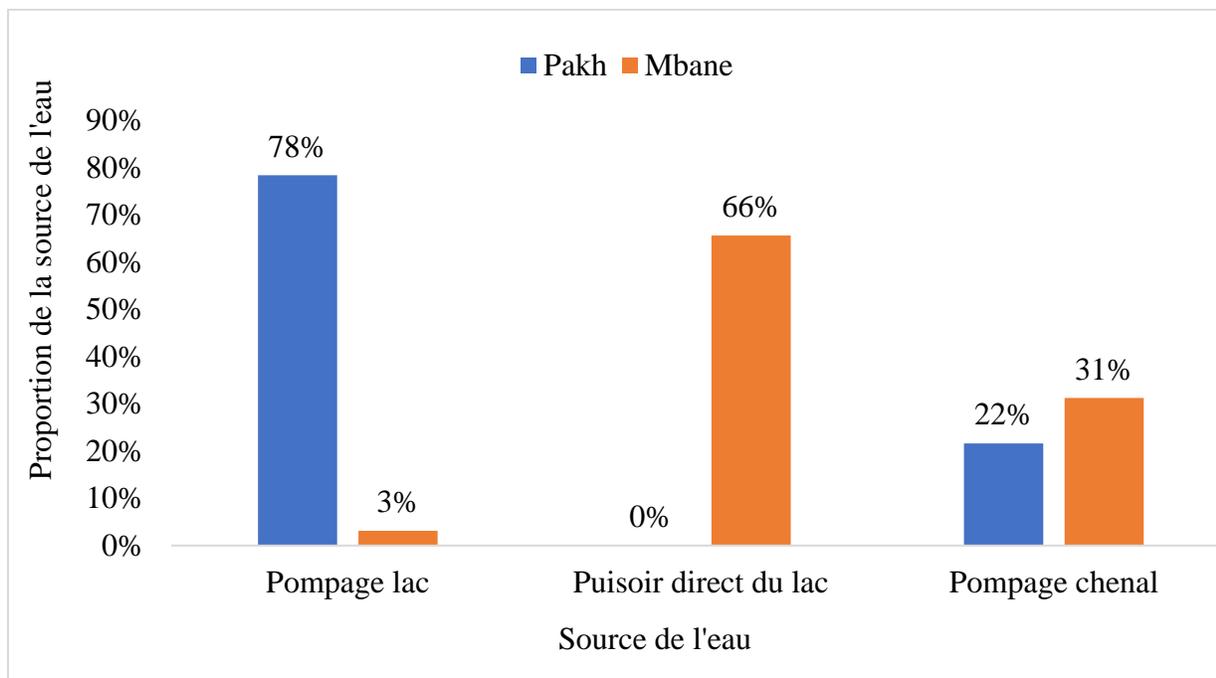


Figure 8 : Source de l'eau

On remarque une différence considérable entre Mbane et Pakh concernant la technique d'irrigation. Sur la figure 9, l'irrigation gravitaire/ à la raie (95%) a été la plus pratiquée à Pakh, par contre à Mbane, l'irrigation par l'arrosoir (69%) a été plus utilisée.

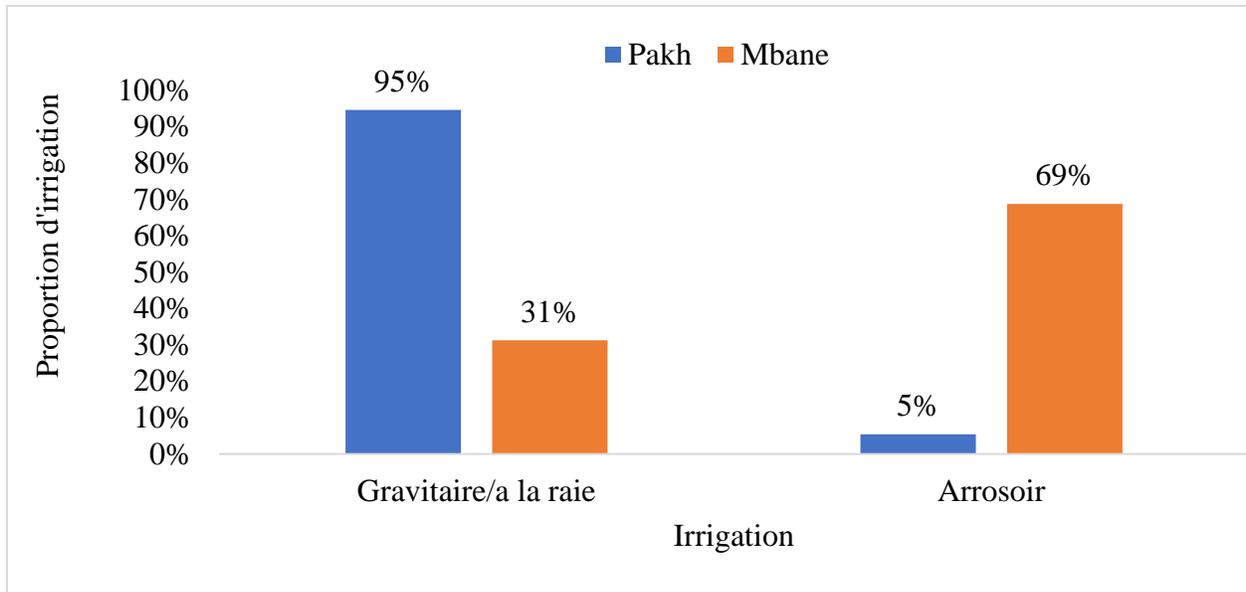


Figure 9 : Techniques d’irrigation

3.1.2.7 Pratiques de rotation des cultures et de conservation des sols

La rotation des cultures a été pratiquée dans les deux villages comme le montre la figure. On a également trouvé l’association des cultures à Mbane avec les « FEMMES BATTANTES ».

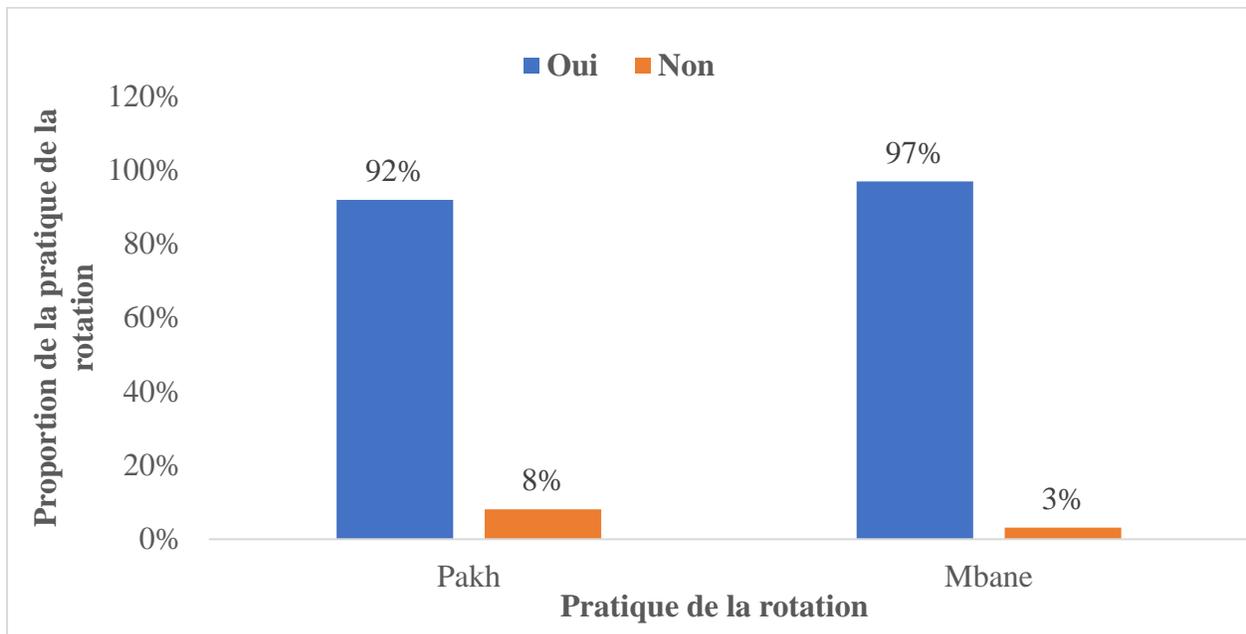


Figure 10 : Rotation des cultures

La jachère a été la technique de conservation de sol la plus utilisée dans les deux villages (p-value = 0.02898), avec une proportion de 62% à Pakh et 50% à Mbane comme décrite sur la figure 11 ci-dessous.

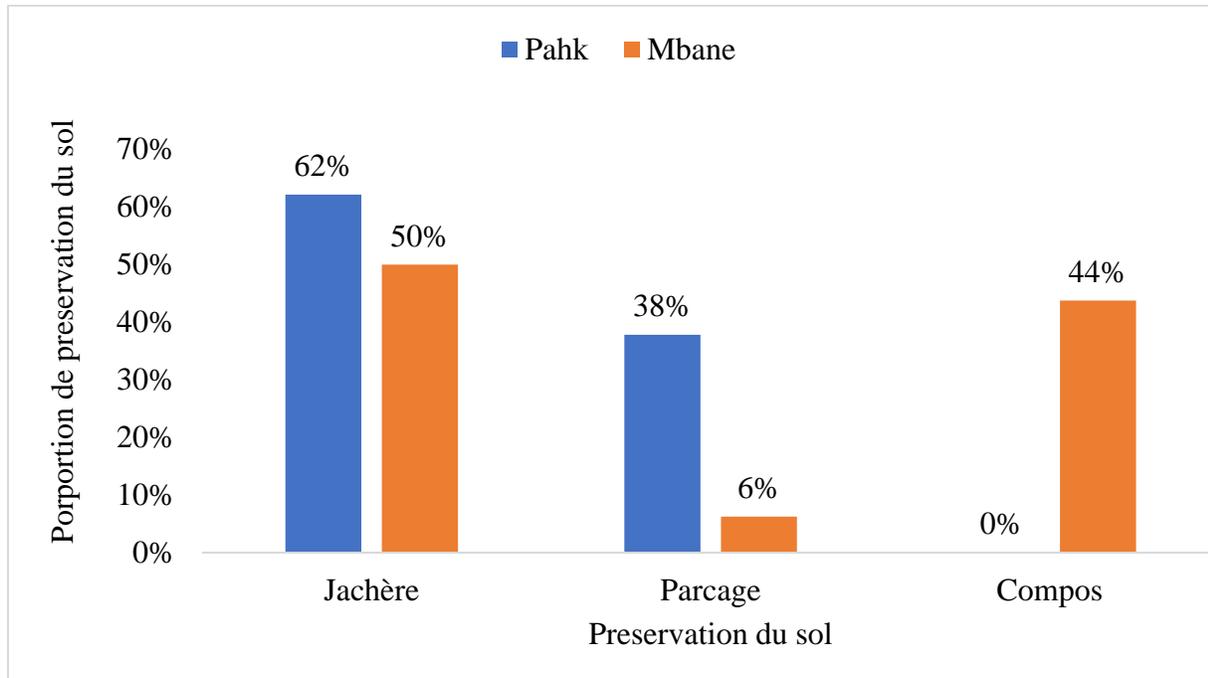


Figure 11 : Pratiques de préservation des sols

3.1.3 Caractérisation des adventices

3.1.3.1 Présence et types d'adventices

Aucun effet significatif n'a été observé entre les villages pour la présence d'adventices. La totalité des enquêtés à Mbane et à Pakh confirment la présence d'adventices. Les enquêtes ethnobotaniques menées auprès de la population locale ont permis de recenser 9 espèces réparties en 4 genres et 5 familles (tableau 11).

Tableau 11 : Adventices dans la zone de Pakh et Mbane

Noms vernaculaires	Nom scientifique	Genre	Famille	Type biologique
Daga (Mâdé)	<i>Parinari macrophylla</i> Sabine	<i>Neocarya</i>	<i>Chrysobalanaceae</i>	Phanerophyte
kalè (Dyola)	<i>Gardenia triacantha</i> DC.	<i>Gardenia</i>	Rubiaceae	Chamaephytes
Diakhar (Wolof)	<i>Aristida longiflora</i> Schum. et Thonn.	<i>Aristida</i>	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophytes
Khakham (Wolof)	<i>Ricinus communis</i> L.	<i>Ricinus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Thérophytes
kérèf (Pôl)	<i>Brachiaria ramosa</i> Stapf	<i>Brachiaria</i>	<i>Poaceae</i>	Thérophytes
Mbop (Sérèr)	<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	<i>Pennisetum.</i>	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophytes
Ndièmb (Wolof)	<i>Pennisetum violaceum</i> (L.) A. Rich.	<i>Pennisetum</i>	<i>Poaceae</i>	Thérophytes
Niakhuri dèk (Wolof)	<i>Alternanthera nodiflora</i> R. Br.	<i>Alternanthera</i>	Amaranthaceae	Hémicryptophytes

D= Dyola *Ds*= Dyola-sud *P*= Pôl *S*= Sérèr *T*= Tâda *W*= Wolof

Le spectre des familles (Figure 12) fait ressortir une dominance des *Poaceae* (56%) suivie des *Amaranthaceae* (11%). Selon le type biologique (caractéristiques morphologiques, physiologiques et écologiques), on a remarqué une dominance des Thérophytes (45%).

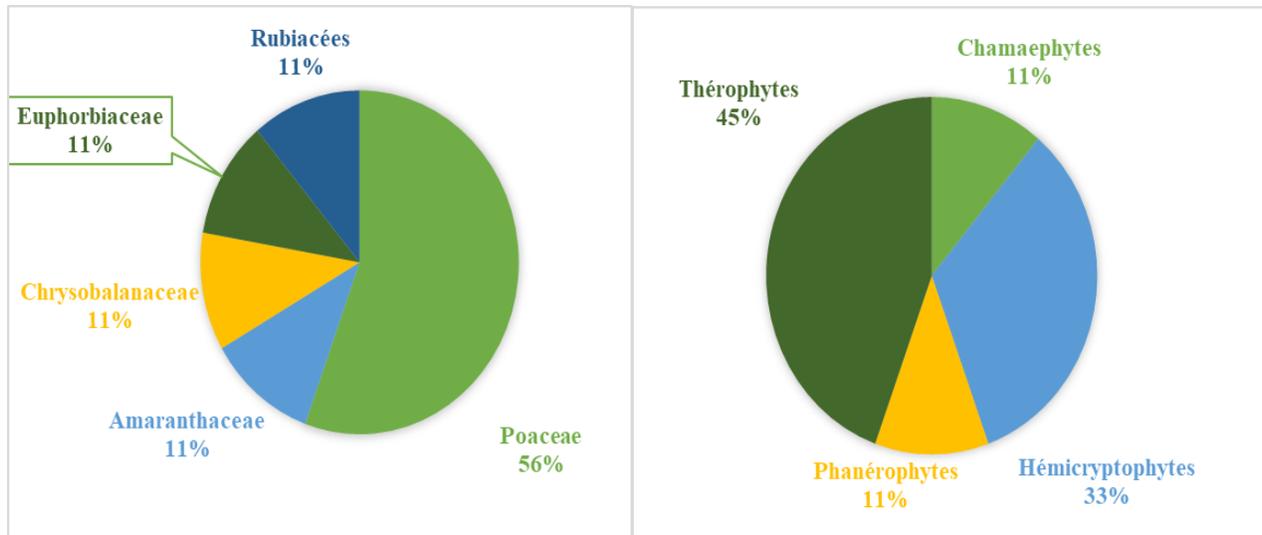


Figure 12 : Spectre des familles et types biologiques des espèces

3.1.4 Utilisation des intrants agricoles

3.1.4.1 Utilisation des fertilisants

L'analyse croisée n'a pas révélé de différence significative entre les villages concernant les fertilisants chimiques qui a été de 100% à Pakh et Mbane, Par contre, l'utilisation des fertilisants

organiques (fumier) a été plus dominante à Mbane (94%) par rapport à Pakh (54%) chez la totalité des enquêtés. L'analyse croisée a révélé une différence significative entre les villages concernant les fertilisants chimiques qui ont été utilisés. La figure 13 montre qu'à Mbane, 88% des enquêtés utilisent le DAP, suivi du 10.10.20 (75%). Par contre à Pakh, 95% des personnes enquêtées utilisent en majorité l'urée, suivie du DAP (65%) (p-value = 0.00328).

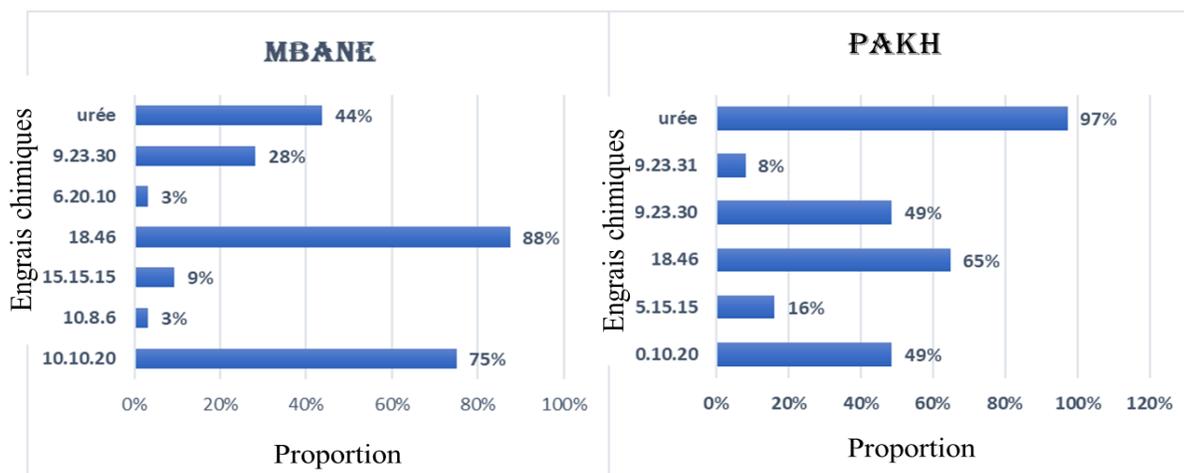


Figure 13 : Fertilisants chimiques

3.1.4.2 Utilisation des pesticides

3.1.4.2.1 Utilisation des pesticides et leur diversité dans les villages de Pakh et Mbane

La totalité des enquêtés (100%) utilisent les pesticides comme moyen de protection des cultures. À Pakh on note une émergence dans l'utilisation des biopesticides par rapport à Mbane. L'usage des pesticides en maraichage constitue un réel problème de santé publique et pour l'environnement. Le tableau 12 présente l'inventaire des pesticides rencontrés dans les deux villages. Il nous permet d'évaluer les risques potentiels correspondant à la « dangerosité » des matières actives présentes dans les pesticides distribués pour le maraichage dans la zone de Pakh et Mbane. Nous avons recensé 18 pesticides homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) destinés à la culture, dont 11 insecticides, 1 fongicide, 1 acaricide et 5 herbicides. Pour les pesticides non homologués par le Comité sahélien des pesticides (CSP), il en a été recensé 6, dont 5 insecticides et 1 fongicide. Au total, ils sont formulés à partir de 23 matières actives. Les Organophosphoré ont été la famille dominante. Les noms commerciaux des produits sont conformes aux étiquettes, en minuscules ou majuscules. Le nom des matières actives est écrit soit en français soit en anglais comme sur les étiquettes des produits considérés.

Tableau 12 : Liste des pesticides utilisés dans la zone de Pakh et Mbane

N	Nom commercial	Matières actives	Famille ou groupe chimique	Cibles	Domaines d'utilisation	Clas. OMS	Zone
1	ARSENAL 50 EC	Profénofos (500 g/l)	Organophosphoré	Insecticide et acaricide	Tomate	II	PM
2	ATTAKAN C 344 SC	Cyperméthrine (144g/l) +Imidaclopride (200 g/l)	Pyréthroïde +Néonicotinoïde	Insecticide	Cotonnier	II	M
3	BAAZ	Lambdacyhalothrin 4.9 CS	Pyréthroïde	Insecticide	Cotonnier	-	P
4	BASAGRAN	Bentazone (480 g/L)	Benzothiadiazoles	Herbicide	Oignon	II	M
5	BELT EXPERT 480 SC	Flubendiamide (240 g/l) +Thiaclopride (240 g/l)	Diamide +Néonicotinoïde	Insecticide	Cotonnier	III	M
6	BOMECE	Abamectine (18 g/l)	Avermectine	Insecticide et acaricide	Tomate	II	PM
7	BULLDOZER	Flubendiamide 20% WDG	Oxazolines	Insecticide	Tomate et Chou	II	P
8	CAÏMA B19	Emamectine benzoate (19,2 g/l)	Abamectine	Insecticide	Cotonnier	II	PM
9	CALIFE 500 EC	Profenofos (500 g/l)	Organophosphoré	Insecticide	Cotonnier	II	PM
10	CALTHIO C 50 WS	Thirame (2 50 g/l) + Chlorpyrifos-éthyl (250 g/l)	Dithiocarbamate +Organophosphoré	Insecticide et Fongicide	Cotonnier	II	PM
11	DICHLOFORT	Dichlofort 100EC	Organophosphorés	Insecticide	-	II	M
12	DIMETO 40 EC	Diméthoate	Organophosphate	Insecticide	Toutes les cultures	II	PM
13	DRAGON	Chlorothalonil +Pyrimenthanil	-	Fongicide	Pomme de terre		P
14	ETOILE	Etoazole (150 g/L)	Etoazole	Acaricide	Cultures maraîchères	III	P

15	FURADAN	Carbofuran	Carbamates	Insecticide	Riz et canne à sucre	I	M
16	IKOKADIGNE	Haloxypop-R tnéthyl (104 g/l)	Organophosphoré	Herbicide	Oignon	II	M
17	K-OPTIMAL	Lambda-cyhalolhrine (15 g/l) +Acélamipride (20 g/l)	Pyrétrinoïde +Néonicotinoïde	Insecticide	Cotonnier	II	PM
18	MALIK 108 EC	Haloxypop-R méthyl (104 g/L)	Organophosphoré	Herbicide	Toutes les cultures	II	P
19	PACHA 25 EC	Lambda-cyhalothrine (15 g/l) +Acétamipride (10 g/l)	Pyrétrinoïde +Néonicotinoïde	Insecticide	Cultures maraîchères	III	P
20	PYRICAL 480 EC	Chlorpyrifos-éthyl (480 g/l)	Organophosphoré	Insecticide	Tomate	II	P
21	ROCKET	Chlorpyrifos 20% EC	Organophosphoré	Insecticide	-	-	P
22	ROUNDUP POWERMAX	Glyphosate acide (360 g/L)	Organophosphoré	Herbicide	Cultures maraîchère	III	PM
23	ROUNDUP BIOSEC	680 Glyphosate sel de potassium (680 g/kg)	Organophosphoré	Herbicide	Cultures maraîchère	III	M
24	SAVAHALER	Méthomyle	Oxime de carbamate	Insecticide	Chou pommé	III	M

Classe I : extrêmement/hautement dangereux ; Classe II : modérément dangereux ; Classe III : légèrement dangereux ; P : Pakh ; M : Mbane ; PM : Pakh et Mbane - : pas classé pas OMS

Légende des couleurs :

 Produit homologué par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) / CILSS

 Produit non homologué par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) / CILSS

3.1.4.2.2 Gestion et risques liés à l'utilisation des pesticides

Les données recueillies (figure 14), montrent une grande différence dans les deux villages concernant le mélange des pesticides. À Mbane (69%) des enquêtés ne mélangent pas de produit, tandis qu'à Pakh 57% des enquêtés mélangent deux pesticides chimiques.

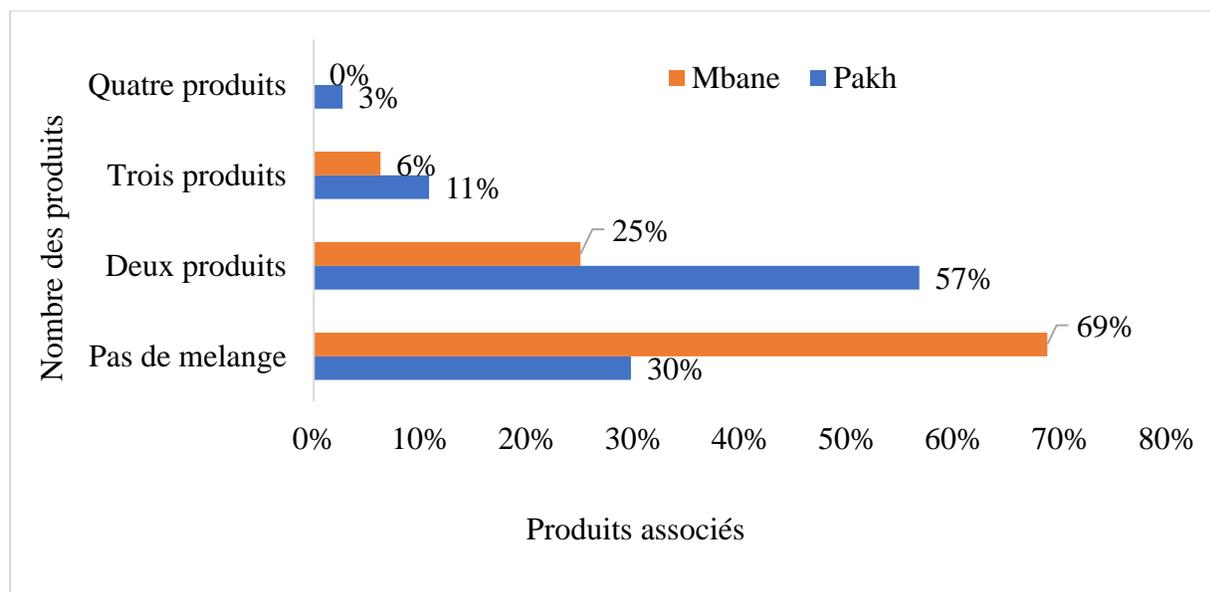


Figure 14 : Association des pesticides

La plupart des personnes interrogées utilisent des équipements de protection lors de l'application des pesticides. Cependant, cette pratique est plus courante à Mbane (72 %) qu'à Pakh (59 %). Aucune différence significative n'a été révélée entre les villages concernant le respect de la dose dans l'utilisation des pesticides. Cependant la majorité des enquêtés respectent la dose dans l'utilisation des pesticides comme le montre le tableau 13.

Tableau 13 : Equipement de protection et respect des doses des pesticides

	Pakh (%)	Mbane (%)
Equipements de protection		
Oui	59	72
Non	41	28
Respect des doses de pesticides		
Oui	84	84
Non	16	16

Pour la majorité des enquêtés, après utilisation des pesticides, les emballages ont été jetés, on remarque que cette pratique a été plus dominante à Mbane (63%) par rapport à Pakh (49%) avec p-value = 0.05948, décrite dans la figure 15.

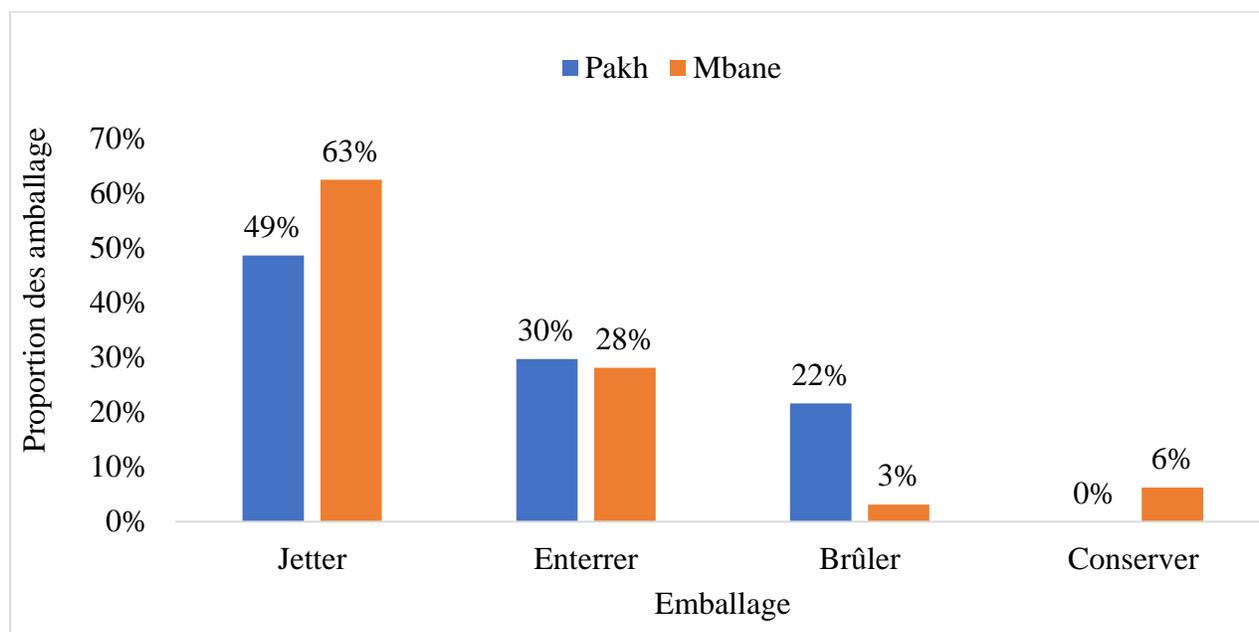


Figure 15 : Devenir des emballages de pesticides après utilisation

L'utilisation des pesticides a toujours été efficace dans les deux villages. Cependant, l'efficacité a été plus marquée à Mbane (94 %) par rapport à Pakh (89 %), avec une p-valeur de 0,372. La plupart des personnes enquêtées à Pakh (68%) pensent qu'il n'est pas possible de produire en réduisant la quantité des pesticides. Par contre à Mbane (59%), la majorité des enquêtés estiment qu'on peut produire en réduisant la quantité des pesticides. L'analyse de la figure 16 montre que plus de 50% de la population de Mbane et Pakh affirment vouloir réduire l'utilisation des pesticides à cause du risque lié à la santé des consommateurs.

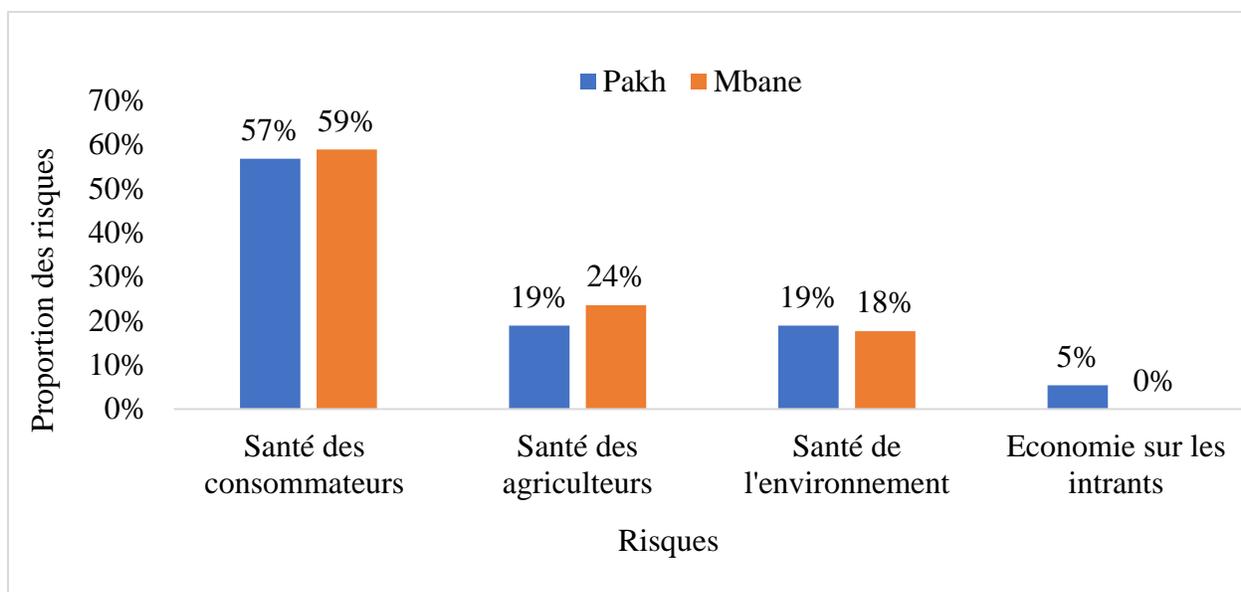


Figure 16 : Risques liés à l'utilisation des pesticides

3.1.5 Détermination du niveau de fertilité du sol

3.1.5.1 Analyse chimique du sol

Les concentrations de carbone, de matière organique, d'azote et de phosphore assimilable mesurées dans les zones de Pakh et de Mbane. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les niveaux de nutriments du sol. Le tableau 14 montre l'analyse chimique du sol à Mbane. En moyenne, on remarque que le pH du sol est optimal ; la conductivité électrique du sol est élevée ; la teneur en potassium du sol est élevée ; la teneur en carbone organique du sol est faible ; la teneur en azote du sol est moyenne ; la teneur en matière organique du sol est faible et la teneur en phosphore assimilable du sol est élevée.

Tableau 14 : Analyse chimique des sols de Mbane

	Zone Mbane		
	Valeur moyenne	Intervalle	Appréciation
pH sol (1/2,5)	7,077±0,526	5,70 – 7,64	NEUTRE
CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)(1/2,5)	1072,06±1851,92	101,60 - 7860	SALIN
K (mg/L)	0,439±0,208	0,154 – 0,895	RICHE
C(%) (g.kg-1)	0,584±0,307	0,187 – 1,388	PAUVRE
N (%)	0,065±0,028	0,027 – 0,129	MOYEN
C/N	8,667±1,343	5,571 à 11,095	RICHE
MO (%)	1,005±0,529	0,321 – 2,388	PAUVRE
Pass (ppm)	157,90±122,04	18,792 – 356,020	RICHE

Le tableau 15 montre l'analyse chimique du sol à Pakh. En moyenne, on remarque que le pH du sol est en dessous de la plage optimale ; La conductivité électrique du sol est légèrement élevée, ce qui indique une teneur en sels légèrement élevée ; La teneur en potassium du sol est faible ; La teneur en carbone organique du sol est faible ; La teneur en azote du sol est faible ; Le rapport C/N est élevé ; La teneur en matière organique du sol est très faible ; La teneur en phosphore assimilable du sol est moyenne.

Tableau 15 : Analyse chimique des sols de Pakh

	Zone Pakh		
	Valeur Moyenne	Intervalle	Appréciation
pH sol (1/2,5)	5,534±0,546	5,010 – 6,720	ACIDE
CE (µs.cm⁻¹)(1/2,5)	409,21±207,79	54,70 - 826	LEGEREMENT SALIN
K (mg/L)	0,250±0,141	0,046 – 0,584	PAUVRE
C (%) (g.kg-1)	0,455±0,281	0,113 – 1,027	PAUVRE
N(%)	0,043±0,033	-0,031 à 0,111	PAUVRE
C/N	10,903±7,214	-3,588 à 26,576	RICHE
MO (%)	0,783±0,482	0,194 – 1,766	TRES PAUVRE
Pass (ppm)	44357±38,834	9,536 – 142,38	MOYEN

3.2 Discussion

3.2.1 Caractéristiques socio-démographiques des producteurs

3.2.1.1 Profil des enquêtés

L'âge moyen des enquêtés est de 45 ans à Pakh et de 50 ans à Mbane, montrant ainsi une dominance des jeunes dans les deux sites selon OMS. La prédominance des jeunes s'expliquerait par le chômage qui pousse ces jeunes à se tourner vers le maraîchage pour subvenir aux besoins quotidiens de la famille. Cette situation corrobore celle décrite par **Diop (2013)**. Les acteurs sont en majorité des hommes à Pakh avec une proportion de 95%. La faible représentation des femmes s'explique d'une part par la force physique que nécessite la pratique du maraîchage pour l'entretien des exploitations dont ne disposent pas les femmes. D'autre part, le maraîchage exige une présence quasi permanente dans les exploitations, or les femmes sont les principales responsables des activités domestiques, donc elles ne peuvent pas respecter une présence constante dans les exploitations. Ce résultat est en accord avec les études de **Ouédraogo et al. (2019)**. Par contre à Mbane nous avons constaté une domination des femmes avec 69%, ce résultat est similaire à ceux de **Houraye (2018)** (Sénégal). La moitié de la population enquêtée est instruite à travers principalement l'école coranique (73%) et l'école primaire (14%), cet analphabétisme constitue un risque car ces maraichers analphabètes ne pouvant pas lire peuvent se tromper sur le dosage et le mode d'utilisation des engrais. Ceci peut conduire à des risques de pollution de la nappe phréatique, et à des complications sanitaires liées à la consommation des produits cultivés. Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par **Khalifa et al. (2019)**. La plupart des enquêtés sont mariés et on note la présence des veuves à Mbane. Le maraîchage est l'activité principale des enquêtés, ayant pour la plupart une expérience en maraîchage de plus de 20 ans.

Les risques environnementaux liés à divers facteurs démographiques et d'expérience dans les pratiques agricoles maraîchères sont nombreux. L'âge avancé des agriculteurs peut entraîner une résistance au changement et une préférence pour les méthodes agricoles traditionnelles, potentiellement non durables. Les femmes, en raison de leur accès limité aux ressources et à la formation, ainsi que les agriculteurs moins instruits, peuvent manquer de connaissances sur les pratiques agricoles durables, ce qui peut augmenter l'utilisation inadéquate des intrants agricoles et accroître les risques de pollution environnementale. De même, les agriculteurs novices peuvent manquer d'expérience dans les pratiques écologiquement rationnelles, augmentant ainsi les risques de dégradation des sols et de pollution de l'eau. Il est crucial de mettre en œuvre des initiatives de

sensibilisation et de formation adaptées pour aider les agriculteurs à adopter des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et à réduire les impacts négatifs sur les écosystèmes locaux.

3.2.2 Caractérisation des pratiques maraîchères

3.2.2.1 Spéculations cultivées

Les enquêtes menées auprès de la population locale ont permis de recenser 11 spéculations cultivées dans les deux villages. Les analyses ont fait ressortir une dominance de l'Aubergine violette (*Solanum melongena* L.) à Pakh, tant dis qu'à Mbane, la spéculation de référence est la Laitue (*Lactuca sativa*). Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par **Anguessin et Bouikoum (2023)**, sur la diversité des espèces cultivées et les stratégies d'adaptation aux Changements Climatiques. Sur les quatre (4) sites identifiés pour l'approvisionnement en intrants, la ville de Richard-Toll est la plus sollicitée par les deux villages en fonction de sa proximité. Ce qui explique les résultats obtenus par **Muliele et al. (2017)**. Selon ces auteurs, la plupart de maraîchers enquêtés s'approvisionnaient localement mais aucun des détenteurs d'officines de vente n'a une formation pour les encadrer. La discussion met en lumière les risques environnementaux inhérents aux différentes cultures maraîchères étudiées, soulignant les pratiques agricoles spécifiques et les conséquences potentielles sur l'environnement. Les cultures dominantes telles que l'aubergine violette et la salade présentent des défis tels que l'utilisation intensive de pesticides et d'engrais, pouvant entraîner une contamination de l'eau et une dégradation des sols.

3.2.2.2 Modes de préparation du sol et des semis

La préparation du sol constitue un autre aspect différenciant. À Pakh, la mécanisation est dominante, avec l'utilisation de tracteurs pour le labour. Cette pratique permet une meilleure efficacité et une réduction de la pénibilité du travail. Ce résultat concorde avec l'affirmation de **Sow et al. (2021)**. Leur étude indique que la mécanisation agricole a amélioré l'efficacité de la préparation du sol, entraînant ainsi une augmentation de la productivité agricole. À Mbane, le défrichage manuel reste la technique la plus courante, ce qui peut limiter la superficie cultivable et la productivité. La façon culturale désigne les techniques employées pour l'entretien des cultures. À Pakh, les billons sont la technique dominante (81%), tandis qu'à Mbane, la culture sur planches est quasi-exclusive (97%). Les billons permettent une meilleure infiltration de l'eau et un drainage adéquat, ce qui est particulièrement important dans les sols argileux. La culture sur planches, quant à elle, facilite l'irrigation et le contrôle des adventices. Ce résultat corrobore celui mené par **Faye et al. (2021)**.

Les risques environnementaux associés aux modes de préparation du sol et des semis sont multifacettes. L'utilisation dominante de techniques manuelles de défrichage à Pakh et Mbane peut entraîner une dégradation accélérée des sols, augmentant le risque d'érosion et de perte de fertilité. De même, l'utilisation prédominante de méthodes mécanisées de préparation du sol à Pakh peut entraîner une compaction du sol et une perturbation de la structure du sol, compromettant sa capacité à retenir l'eau et les éléments nutritifs. En outre, l'utilisation généralisée de la préparation des semis en pleine terre peut entraîner une perte de biodiversité des microorganismes du sol et une augmentation de la vulnérabilité aux maladies des cultures.

3.2.2.3 Sources et techniques d'irrigation

L'une des différences majeures réside dans la source d'eau utilisée pour l'irrigation. À Pakh, 78% de l'eau provient du pompage du Lac, tandis qu'à Mbane, l'eau est exclusivement tirée du lac par les puisards. Cette dépendance au Lac à Pakh soulève des questions de durabilité et de gestion des ressources hydriques. Ceci est en accord avec les affirmations de **Faye et al. (2023)**. L'irrigation gravitaire/ à la raie (95%) est plus pratiquée à Pakh, par contre à Mbane, l'irrigation par l'arrosoir (69%) est la plus utilisée. Les risques environnementaux associés aux sources et techniques d'irrigation sont significatifs. La dépendance à l'irrigation à partir de la source telle que le lac de Guiers exerce une pression importante sur les ressources en eau locales, entraînant une diminution de la disponibilité de l'eau pour d'autres usages et affectant les écosystèmes aquatiques. De plus, l'utilisation dominante de techniques d'irrigation gravitaire à la raie à Pakh et d'irrigation par arrosoir à Mbane peut entraîner un gaspillage d'eau considérable, une infiltration inégale dans le sol et une augmentation de l'érosion. Ces pratiques peuvent également contribuer à la salinisation des sols et à la contamination des eaux souterraines par les fertilisants et les pesticides utilisés dans les systèmes d'irrigation.

3.2.2.4 Techniques de protection des semis et pratiques culturales

Les pratiques observées révèlent une prédominance de la protection par ombrage à Pakh et par filets à Mbane, tandis que les pratiques culturales varient avec l'utilisation majoritaire des billons à Pakh et des planches à Mbane. Les techniques de protection des semis et les pratiques culturales adoptées dans les systèmes maraîchers de Pakh et Mbane présentent des risques environnementaux distincts. L'utilisation prédominante de la protection par ombrage à Pakh et par filets à Mbane peut offrir des avantages en matière de lutte contre les ravageurs et les maladies, mais elle peut

également entraîner une dépendance accrue aux ressources matérielles et des problèmes de gestion des déchets. De même, l'utilisation intensive de billons à Pakh peut accroître le risque d'érosion des sols, tandis que la pratique des planches à Mbane peut entraîner une déforestation accrue pour la fabrication de ces structures.

3.2.2.5 Pratiques de rotation des cultures et de conservation des sols

La rotation culturale est pratiquée par plus de 90 % des producteurs comme moyen de conservation du sol. Ce résultat corrobore celui de **Ouédraogo et al. (2019)**. Pour eux, dans une bonne rotation des cultures, la santé du sol est préservée à long terme et la pression des maladies et des ravageurs est maintenue à un faible niveau, ce qui permet d'obtenir des rendements acceptables de cultures de bonne qualité. À cela s'ajoute la technique de la jachère majoritairement utilisée dans les deux villages et une association de culture pratiquée par l'association des « FEMMES BATTANTES » de Mbane. Les pratiques de rotation des cultures et de conservation des sols sont des piliers essentiels de la durabilité agricole, mais elles comportent également des risques environnementaux. Bien que la rotation des cultures soit bénéfique pour la santé des sols et la gestion des maladies, elle peut également intensifier l'utilisation des terres et exercer une pression accrue sur les écosystèmes naturels. Notamment une déforestation supplémentaire pour l'expansion des zones agricoles. De même, les techniques de conservation des sols telles que la jachère peuvent altérer la biodiversité locale et les cycles biogéochimiques, affectant ainsi la stabilité écologique des systèmes agricoles. L'association des cultures à Mbane présente certains risques environnementaux qui méritent d'être pris en compte. Bien que cette pratique puisse offrir des avantages tels que la diversification des cultures et la gestion intégrée des ravageurs, elle comporte également des risques potentiels. Par exemple, une mauvaise combinaison de cultures dans une association peut entraîner une compétition pour les ressources telles que la lumière, l'eau et les nutriments du sol, ce qui peut compromettre le rendement des cultures et la santé globale de l'écosystème. De plus, certaines associations de cultures peuvent favoriser la propagation de maladies et de ravageurs spécifiques, ce qui nécessite une surveillance et une gestion appropriées pour éviter des dommages importants aux cultures.

3.2.3 Caractérisation des adventices

3.2.3.1 Présence et types d'adventices

L'enquête menée en Mars a montré la présence des adventices à Pakh et à Mbane. La flore des adventices composée de 9 espèces dans cette étude est proche des résultats de **Soro et al. (2018)**, qui a trouvé 18 espèces dans son étude sur la caractérisation de la flore dans les espaces de maraîchage : cas d'une parcelle de menthe en zone urbaine à Koumassi en Côte d'Ivoire, peu riche comparativement à celles des adventices de **Mangara et al. (2010)**, qui est de 239 espèces dans son étude phytoécologique des adventices en cultures d'ananas dans les localités de Bonoua et N'douci en Côte d'Ivoire. Le spectre des familles fait ressortir une dominance des *Poaceae*. Ce résultat est proche de l'étude menée par **Soro et al. (2018)**, en Côte d'Ivoire avec une prédominance des *Euphorbiaceae* et des *Poaceae*. Selon le type biologique, notre étude montre une dominance des Thérophytes et Hémicryptophytes. Ce résultat corrobore celui de **Lejoly et Lisowski (1985)**. La présence et les types d'adventices dans les zones de Pakh et Mbane peuvent engendrer divers risques environnementaux. Les adventices compétitives peuvent concurrencer les cultures cultivées pour les ressources telles que la lumière, l'eau et les nutriments, entraînant une réduction du rendement des cultures et une diminution de la qualité des sols. De plus, certaines adventices peuvent agir comme des hôtes alternatifs pour les ravageurs et les maladies des cultures, favorisant ainsi leur propagation.

3.2.4 Utilisation des intrants agricoles

3.2.4.1 Utilisation des fertilisants

La majorité des producteurs combinent fertilisation organique et minérale, comme cela a été observé ailleurs chez **Ahouangninou (2013)**. Il est à noter que dans notre étude les apports en minéraux sont largement dominants, surtout celui de DAP comme le montre nos résultats. L'utilisation des fertilisants peut engendrer plusieurs risques environnementaux dans les zones de Pakh et Mbane. Les fertilisants chimiques, s'ils sont mal utilisés ou appliqués en excès, peuvent contaminer les sols et les eaux souterraines par lessivage, contribuant ainsi à la pollution des ressources en eau et à la dégradation de la qualité des sols. Cela peut entraîner une eutrophisation des cours d'eau et des plans d'eau, favorisant la prolifération d'algues et la diminution de la biodiversité aquatique. De plus, les excès de fertilisants peuvent également contribuer à l'émission de gaz à effet de serre tels que le protoxyde d'azote, qui contribue au changement climatique. Par ailleurs, l'utilisation intensive de fertilisants peut entraîner une dépendance accrue vis-à-vis de ces intrants, compromettant ainsi la durabilité des systèmes agricoles.

3.2.5 Utilisation des pesticides

3.2.5.1 Utilisation des pesticides et leur diversité dans les villages de Pakh et Mbane

La totalité des enquêtés utilisent les pesticides comme moyen de protection des cultures. Cependant, à Pakh on note une dominance par rapport à Mbane. Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par **Muliele et al. (2017)**. Pour eux, tous les maraîchers utilisent les pesticides. Ils justifient l'utilisation des pesticides en évoquant entre autres : « la culture des légumes ne peut réussir sans usage des pesticides. Les pesticides sont indispensables pour obtenir des plants sains, de beaux fruits de forme régulière, sans lésions et de bons rendements ». Un mauvais usage des pesticides dans le maraichage peut constituer un réel problème de santé publique et pour l'environnement. Notre étude montre une grande diversité de pesticides avec différents modes d'action et cibles. Au total, 23 matières actives et associations de matières actives ont été citées par les maraîchers. La majorité est recommandée pour les cultures maraîchères et fruitières, et sont homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP). Ce chiffre est proche de celui rapporté précédemment dans l'étude de **Tarnagda et al. (2017)**. On observe une utilisation importante des insecticides (environ 60% des pesticides du tableau 10). Ce résultat corrobore celui de **Soro et al. (2019)**, mené au sud de la Côte d'Ivoire. Les organophosphorés constituent la famille chimique la plus représentée (environ 40% des pesticides).

Certains pesticides, comme le Furadan (carbofuran) et le Savahal (méthomyle), sont classés dans la catégorie I par l'OMS, ce qui signifie qu'ils sont extrêmement dangereux. Du fait de leur toxicité, le carbosulfan est interdit dans l'Union Européenne depuis 2008. Il n'est pas inclus dans la liste des produits autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides dans les pays du CILSS. Par exemple sa vente n'est pas permise au Niger selon le **Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA)** en 2013. La plupart des pesticides dans notre étude sont classés dans les catégories II et III par l'OMS, ce qui signifie qu'ils sont modérément ou légèrement dangereux.

La majorité des pesticides sont utilisés dans les cultures maraîchères. Ces pratiques dangereuses longtemps évoquées dans la littérature s'expliquent par le détournement des pesticides du cotonnier dans le maraichage. En effet, malgré les progrès remarquables dans la réglementation commune des pesticides au sein du CILSS (Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel), leur mauvaise gestion présente des risques environnementaux énormes dans la sous-région.

Comme risque environnemental, tout d'abord, l'utilisation intensive de pesticides chimiques peut entraîner une pollution des sols, des eaux souterraines et des cours d'eau par lessivage, ce qui peut avoir des effets néfastes sur la biodiversité des sols et des écosystèmes aquatiques. De plus, les résidus de pesticides peuvent s'accumuler dans les aliments et l'environnement, posant ainsi des risques pour la santé humaine et animale. La diversité des pesticides utilisés dans ces villages, y compris ceux qui ne sont pas homologués par les autorités compétentes, soulève des préoccupations supplémentaires en termes de toxicité et de risques pour l'environnement. Certains pesticides peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes non ciblés, tels que les pollinisateurs et les prédateurs naturels, entraînant une perturbation des équilibres écologiques.

Les biopesticides sont peu utilisés par les producteurs dans notre étude confirmant les résultats de **Adékambi et al. (2010)**. Pour eux, les biopesticides sont très mal connus par les producteurs malgré l'intervention de certains projets. Le développement et la promotion de ces biopesticides, ainsi que la lutte biologique seraient des actions essentielles en vue de réduire l'usage des insecticides et fongicides chimiques. L'utilisation des biopesticides, bien que considérée comme plus respectueuse de l'environnement que les pesticides chimiques conventionnels, comporte également certains risques environnementaux à prendre en compte. Les biopesticides peuvent potentiellement affecter les organismes non ciblés tels que les pollinisateurs ou les prédateurs naturels, même s'ils sont généralement plus spécifiques dans leur action contre les ravageurs. De plus, certains biopesticides peuvent présenter des risques pour la santé humaine et animale s'ils sont mal utilisés ou appliqués de manière excessive. La persistance et la dégradation des biopesticides dans l'environnement nécessitent également une attention, car même s'ils sont biodégradables, leur impact à long terme sur les sols et les écosystèmes doit être évalué.

3.2.5.2 Gestion et risques liés à l'utilisation des pesticides

L'efficacité des pesticides est reconnue par tous les enquêtés. La plupart des personnes enquêtés à Pakh pensent qu'il n'est pas possible de produire en réduisant la quantité des pesticides. Par contre à Mbane, la majorité des enquêtés estiment qu'on peut produire en réduisant la quantité des pesticides à cause des risques sur la santé des consommateurs, la santé des agriculteurs et celle de l'environnement. Cette situation corrobore celle décrite par **Aubertot et al. (2005)**, sur la réduction et la limitation des pesticides et leurs impacts environnementaux. La majorité des enquêtés ne mélangent pas de produit à Mbane (69%), sans dire qu'à Pakh (57%), le mélange de deux

pesticides chimiques est le plus dominant. Cette situation corrobore celle décrites par **Muliele et al. (2017)** au Congo, dont les maraîchers de Nkolo et ses environs mélangent généralement deux (2) ou plusieurs pesticides.

Les ports d'un des équipements de protection pendant utilisation des pesticides est plus dominante à Mbane (72%) par rapport à Pakh (59%). Ces résultats sont en accord avec **Tarnagda et al. (2017)**, qui a conclu dans son étude sur l'utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers de Ouagadougou que 99% des producteurs ont utilisé des tenues simples, qui étaient soit une vieille chemise déchirée et trouée avec des manches courtes, soit des vieux pantalons courts, déchirés ou troués sans masques, ni gants, ni bottes ou chapeau de protection. L'utilisation d'équipement de protection lors des traitements n'est pas un critère de différenciation des maraîchers même si beaucoup de producteurs utilisent une protection minimale lors de l'épandage des pesticides. La majorité des enquêtés ont respecté la dose recommandée dans l'utilisation des pesticides. Ce résultat contredit les faits dans le maraîchage en milieu rural à Tori-Bossito au Bénin (**Ahouangninou et al., 2011**) et dans d'autres pays d'Afrique de l'ouest comme le rapporte **Cissé et al. (2003)**. Pour eux, les dosages recommandés par les fabricants ne sont souvent pas respectés et ces pratiques constituent des facteurs de risques pour les consommateurs et l'environnement.

Pour la majorité des enquêtés, après utilisation des pesticides les emballages sont jetés, enterrés ou brûlés comme initialement observé dans d'autres pays africains comme au Bénin (**Ahouangninou, 2013**). Les informations sur les emballages et leur devenir sont méconnues des utilisateurs ainsi que l'utilisation du matériel adéquat dans la zone des Niayes au Sénégal (**Cissé et al., 2003**). Les travaux de **Pazou et al. (2006b)**, sur la contamination des poissons par des résidus de pesticides organochlorés ont permis de déceler des résidus de pesticides chez différentes espèces de poisson dans le fleuve Ouémé au Bénin. Ce qui accroît les risques pour l'environnement (**Pazou et al., 2006a**).

L'utilisation combinée et le mélange de pesticides chimiques présentent des risques environnementaux significatifs dans les villages de Pakh et Mbane. Le mélange de plusieurs produits chimiques peut entraîner des interactions imprévisibles, augmentant potentiellement la toxicité pour les organismes non ciblés et augmentant les risques d'accumulation dans l'environnement. De plus, le non-respect des doses recommandées peut entraîner une utilisation

excessive de pesticides, ce qui aggrave les risques de contamination des sols et des eaux environnantes. Bien que le port d'équipements de protection individuelle lors de l'application des pesticides soit important pour réduire les risques pour la santé humaine, une mauvaise gestion des emballages de pesticides peut entraîner une contamination directe du sol et de l'eau par des résidus chimiques. Ces pratiques nécessitent une surveillance rigoureuse et des mesures de gestion appropriées pour minimiser les effets néfastes sur l'environnement et la santé publique

3.2.6 Détermination du niveau de fertilité du sol

3.2.6.1 Analyse chimique du sol et conséquences sur la durabilité des sols

L'analyse chimique du sol réalisée dans les zones de Mbane et Pakh révèle des données significatives sur les caractéristiques physico-chimiques du sol, qui sont essentielles pour comprendre les risques environnementaux associés à ces régions agricoles. Les résultats du pH du sol dans la zone de Mbane se situent à 7,08 en moyenne, ce qui indique une valeur optimale pour la plupart des cultures et correspond aux plages de valeurs trouvées dans les études bibliographiques (Ndiaye *et al.*, 2022 ; Badiane *et al.*, 2019 ; Diatta *et al.*, 2015 ; Lô *et al.*, 2011). Cependant, la conductivité électrique (CE) du sol à Mbane est mesurée à 1072,06 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, signalant un niveau élevé de salinité qui peut avoir des effets négatifs sur la croissance des cultures. La teneur en potassium (K) à Mbane est riche, enregistrant 0,439 mg/L, et est conforme aux études antérieures. En revanche, la matière organique (MO) du sol à Mbane est considérée comme pauvre, ce qui nécessite des amendements pour améliorer la structure et la fertilité du sol. En ce qui concerne Pakh, le pH du sol est acide (moyenne de 5,53), nécessitant des ajustements tels que l'application de chaux et de compost pour améliorer le sol et optimiser les conditions de croissance des cultures. La CE légèrement élevée à Pakh peut également nécessiter des mesures de lixiviation pour réduire la salinité du sol. Les faibles niveaux de potassium (K) et de matière organique (MO) à Pakh indiquent des déficits nutritionnels qui pourraient limiter la productivité agricole. Les résultats soulignent l'importance de mettre en œuvre des pratiques agricoles durables pour remédier à ces problèmes, y compris l'ajout de matière organique, de nutriments essentiels et d'amendements pour optimiser la fertilité du sol (Ndiaye *et al.*, 2022 ; Badiane *et al.*, 2019 ; Diatta *et al.*, 2015 ; Lô *et al.*, 2011). Cette analyse souligne également l'importance de considérer les variations locales et les pratiques agricoles dans l'interprétation des résultats et la mise en œuvre de stratégies de gestion environnementale adaptées à chaque région.

Divers risques environnementaux identifiés, tels qu'une salinité élevée, une faible teneur en matière organique, des déséquilibres en nutriments des sols et des risques associés à l'utilisation de pesticides et d'engrais, ont des implications significatives pour le développement agricole durable. Une salinité excessive nuira à la croissance des cultures et réduira les rendements, nécessitant des mesures telles que le drainage et l'utilisation de cultures tolérantes au sel. Une faible teneur en matière organique entraîne une détérioration continue du sol, affectant sa fertilité et sa capacité de rétention d'eau. Les déséquilibres nutritionnels peuvent entraîner des carences chez les plantes, affectant leur santé et leur productivité. En outre, une mauvaise utilisation des pesticides et des engrais peut entraîner une pollution de l'environnement et une résistance accrue aux ravageurs, menaçant ainsi la biodiversité et la santé des écosystèmes agricoles. Pour promouvoir une agriculture durable, il est nécessaire de mettre en œuvre des pratiques de gestion intégrée des sols et des cultures, de promouvoir des méthodes durables. Ces stratégies contribueront à réduire les risques environnementaux tout en promouvant des systèmes agricoles plus résilients et durables.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude met en lumière les risques environnementaux liés aux pratiques agricoles maraîchères à Pakh et Mbane. Les producteurs, avec plus de 20 ans d'expérience en moyenne, sont influencés par des caractéristiques démographiques distinctes : la mécanisation à Pakh est facilitée par la prédominance des hommes, tandis que les pratiques manuelles à Mbane sont compatibles avec la prédominance des femmes. Les faibles niveaux d'éducation augmentent les risques d'erreurs dans l'utilisation des engrais et pesticides, soulignant la nécessité de programmes de formation pour améliorer les compétences techniques des maraîchers. L'utilisation intensive de pesticides, y compris des produits non homologués, et la combinaison de fertilisants organiques et minéraux posent des risques environnementaux significatifs. La gestion inadéquate des pesticides, notamment le rejet des emballages, augmente le potentiel de pollution. La dépendance aux apports minéraux et l'absence de méthodes appropriées de gestion des déchets agricoles aggravent la dégradation environnementale. Les différences dans la qualité des sols influencent les techniques agricoles utilisées : les sols acides de Pakh nécessitent des amendements calcaires, tandis que la salinité élevée à Mbane appelle à des mesures de lixiviation. Les faibles niveaux de matière organique dans les deux localités soulignent la nécessité d'augmenter les apports organiques pour améliorer la structure et la fertilité du sol. Une gestion inappropriée de la fertilisation pourrait aggraver la dégradation des sols et affecter la productivité agricole à long terme. L'utilisation inadéquate des intrants agricoles, ainsi que les techniques de préparation du sol et d'irrigation, le manque de rotation des cultures et la gestion des cultures suscitent des préoccupations. Le manque de connaissances parmi les agriculteurs, surtout à Pakh, accroît les risques de pollution des sols. Pour atténuer ces dangers, il est crucial de mettre en œuvre des actions de sensibilisation et de formation, ainsi que des mesures de réglementation et de surveillance pour encourager des pratiques agricoles plus durables et respectueuses de l'environnement. La promotion de techniques de travail et de gestion des sols qui réduisent l'érosion et préservent l'humidité, ainsi que l'encouragement du compostage des déchets agricoles, peuvent améliorer la santé des sols. L'incorporation de biochar dans les pratiques agricoles pourrait également améliorer la fertilité du sol, stocker le carbone et réduire les émissions de gaz à effet de serre. En mettant l'accent sur ces aspects, il est possible de promouvoir une agriculture plus durable et bénéfique à long terme pour les communautés locales et l'environnement.

RECOMMANDATIONS

Sur la base des risques environnementaux identifiés au cours de cette étude, quelques recommandations pourraient favoriser l'amélioration de la durabilité des terres agricoles :

- Gestion de la salinité :
 - Surveiller régulièrement la conductivité électrique (CE) du sol et ajuster les pratiques d'irrigation pour éviter l'accumulation de sels.
 - Mettre en œuvre des techniques de drainage efficaces pour réduire la salinité du sol.
 - Utiliser des plantes tolérantes au sel dans les zones à risque élevé de salinité.
- Amélioration de la matière organique :
 - Incorporer du compost et du fumier dans le sol pour augmenter la teneur en matière organique.
 - Introduire le biochar comme amendement du sol pour améliorer la capacité de rétention des nutriments, la porosité du sol et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- Optimisation des nutriments :
 - Réaliser des analyses de sol régulières pour ajuster les applications d'engrais selon les besoins spécifiques des cultures.
 - Utiliser des engrais organiques ou à libération lente pour réduire les pertes par lessivage et minimiser les impacts environnementaux.
- Adoption de pratiques agroécologiques :
 - Encourager la rotation des cultures pour améliorer la santé du sol et réduire les risques de maladies.
 - Favoriser la biodiversité en introduisant des cultures associées et des cultures de couverture pour améliorer la fertilité du sol.
- Formation et sensibilisation :
 - Organiser des formations sur les bonnes pratiques agricoles et l'utilisation sûre des produits chimiques.
 - Sensibiliser les agriculteurs aux risques environnementaux spécifiques à leur région et aux stratégies d'adaptation appropriées.

BIBLIOGRAPHIE

1. Adam, J. C. (1970). Flore descriptive des plantes vasculaires du Sénégal. Dakar: IFAN.
2. Adékambi, S. A., Adégbola, P. Y., & Arouna, A. (2010). Farmers' perception and agricultural technology: The case of botanical extracts and biopesticides in vegetable production in Benin. In Third African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, September 19-23, 2010.
3. 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). Cahiers Agricultures, 20(3).
4. Ahouangninou, C. C. A. (2013). Durabilité de la production maraîchère au sud-Bénin : un essai de l'approche écosystémique (Doctoral dissertation). Université d'Abomey-Calavi. Retrieved from https://agritrop.cirad.fr/572410/1/document_572410.pdf
5. Aïssa, K., & Patrick, D. (2016). Aménagement et préparation du terrain en maraîchage. Pratiques paysannes au Niger. RECA. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger Note conseil agricole / maraîchage.
6. Amonmide, I., Dagbenonbakin, C., Agbangba, E., & Akponikpe, P. (2020). Contribution à l'évaluation du niveau de fertilité des sols dans les systèmes de culture à base du coton au Bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 13(3), 1846-1860.
7. Anguessin, B., & Bouikoum, W. (2023). Diversité des espèces cultivées et stratégies d'adaptation aux changements climatiques: Cas du maraîchage dans l'arrondissement de Maroua 1er/Cameroun. European Scientific Journal, ESJ, 19(27), 336. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n27p336>
8. Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard, L. L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., & Voltz, M. (2005). Pesticides, agriculture et **environnement** : réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Synthèse du rapport de l'expertise. irstea; INRA.
9. Badarou, M., & Cappieters, C. (2009). Transformation et commercialisation des produits maraîchers au **Sénégal** : Quelles stratégies de développement pour les exploitations familiales? Cahiers Agricultures, 18(3), 326-333. https://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=AFCO1_275_0089&download=1

10. Badiane, O., Ndiaye, A., & Sall, S. (2019). Caractérisation physico-chimique et fertilité des sols de la zone sylvo-pastorale du Sénégal. *Agronomie Africaine*, 31(2), 145-158.
11. Ballot, C. S. A., Mawussi, G., Atakpama, W., Moita-Nassy, M., Yangakola, T. M., Zinga, I., Kperkouma, W., Dercon, G., Komlan, B., Koffi, A. (2016). Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique. *Agronomie Africaine*, 28(1), 9-23.
12. Banque mondiale. (2022). L'accès aux financements pour l'agriculture : un défi pour les petits exploitants.
13. Beniast, J. (1987). Guide pratique du maraîchage au Sénégal. CDH, Clairafrique, Dakar, Cahiers d'information n. 1.
14. Bitsoumanou, N., Junior, T., & Ludovic. (2021). Résilience du secteur alimentaire face à la crise Covid-19 et perspectives pour les politiques agricoles en République du Congo. *Cahiers Agricultures*, 30.
15. Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité du Travail (CCHST). (2023). Pesticides – Généralités.
16. Cisse, I., Tandia, A. A., Fall, S. T., & Diop, E. S. (2003). Usage incontrôlé des pesticides en agriculture urbaine et **périurbaine** : cas de la zone des Niayes au Sénégal. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Agriculture*, 12, 181-186.
17. Collaert, J. P. (2019). L'association des cultures maraîchères (2ème éd.). Éditions Quae.
18. Coly, M. (1992). Le maraîchage au Sénégal : Analyse de la filière et perspectives de développement. **Dakar**: ISRA.
19. CRA. (2023). Rapport diagnostique des systèmes de production et des types de santé au niveau des terroirs de Pakh et de Mbane (Saint-Louis). Avril 2023.
20. Diatta, S., Badiane, A., & Diedhiou, M. (2015). Évaluation de la fertilité des sols et des besoins en engrais dans la zone des Niayes au Sénégal. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal*, 40, 1-12.
21. Diop, M. (2013). La jeunesse et l'agriculture urbaine et périurbaine au Sénégal : Enjeux et perspectives. Dakar, Sénégal : CODESRIA.
22. Diouf, A., Ngom, J., Faye, A., & Ndiaye, A. (2019). Diversité des cultures maraîchères et stratégies paysannes face aux changements climatiques dans la zone du Lac de Guiers au Sénégal. *Revue d'études en sciences sociales et de développement durable*.

23. Diouf, M., & Ndiaye, A. (2014). Systèmes agricoles et halieutiques du lac de Guiers, Sénégal. Dakar, Sénégal : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA).
24. Diouf, M., Faye, A., & Ndiaye, S. (2024). Impact des méthodes agricoles intensives sur la biodiversité locale dans la région du Lac de Guiers. *Biodiversité et Conservation*, 23(4), 521-535.
25. Diouf, M., Ndiaye, A., & Faye, S. (2024). Gestion intégrée des ravageurs pour une agriculture durable autour du Lac de Guiers. *Sénégal Agricole*, 52(2), 5-10.
26. Djime, A. (2017). Analyse de la contribution du maraîchage à la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Sénégal (Doctoral dissertation). Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.
27. Doucet, J.-L. (2006). *Le maraîchage en Afrique tropicale : Techniques et pratiques*. Paris : Éditions Quae.
28. FAO. (2013). *Guide du facilitateur pour les Champs Écoles des Producteurs : Gestion intégrée de la Production et des Déprédateurs des cultures maraîchères*. Rome.
29. FAO. (2019). *Le maraîchage pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle*. Rome, Italie: FAO.
30. Faye, A., Diouf, M., & Ndiaye, S. (2024). Pollution des sols dans la région du Lac de Guiers: causes, conséquences et solutions pour une gestion durable. *Environnement et Développement Durable au Sénégal*, 14(1), 25-35.
31. Faye, A. (2024). La rotation des **cultures** : une pratique agricole durable pour la santé du sol et la production agricole. *Agriculture Durable et Développement Rural*, 25(2), 45-52.
32. Faye, A., Ndiaye, M., Diallo, O., & Sarr, B. (2021). Caractérisation et analyse des pratiques culturales dans la zone sylvopastorale du Sénégal. *Revue de l'économie rurale et de la sociologie agricole*, 234(1), 5-18.
33. Faye, A., Ndiaye, M., Diallo, O., & Sarr, B. (2023). L'irrigation au **Sénégal** : défis et perspectives. *Revue de l'eau et de l'irrigation au Sénégal*, 23(1), 5-18.
34. Faye, O. (2013). Flore et végétation aquatique et des zones inondables du Delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers (Master's thesis). Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal.
35. Fravel, D. R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 337-359.

36. Georges, S. N., & Ernest, B. A. (2001). Les perceptions des producteurs de cultures maraîchères sur les effets des extraits botaniques et des biopesticides sur la lutte contre les ravageurs. *Journal of Applied Biosciences*, 8(2), 685-695.
37. Giffard, P. L. (1974). Le périmètre du lac de Guiers et ses potentialités agricoles. IFAN.
38. Gueye, M. (2001). Les systèmes de production de la zone des Niayes et la gestion de la fertilité des sols. Dakar, **Sénégal**: ISRA.
39. Hathie, I. (2018). Systèmes de production horticole et environnement. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
40. Henry, A. (1991). Maraîchage et production durable en Afrique tropicale. Paris : Éditions Quae.
41. Huat, J. (2003). La culture maraîchère à bas intrants en Afrique de l'Ouest: pratiques culturelles et performances. *Agronomie Africaine*, 15(2), 27-36.
42. ICRISAT. (2013). Agriculture résiliente au climat en Afrique de l'Ouest. Bamako, Mali : ICRISAT.
43. IITA. (2020). Pratiques agricoles durables pour la culture maraîchère en Afrique de l'Ouest. Ibadan, Nigeria : IITA.
44. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). (2001). Les sols du Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
45. Jacques, P. A. (2020). Les systèmes maraîchers du Sénégal : enjeux et défis. Dakar : Editions Clairafrique.
46. Jeong, S., & Bandyopadhyay, P. K. (2000). Caractéristiques des sols et des pratiques culturelles dans la région du lac de Guiers au Sénégal. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45(3), 453-467.
47. Jung, H. S., & Lee, Y. (2022). Les sols du delta du fleuve Sénégal : enjeux et perspectives pour la production agricole. *Revue internationale des sols*, 57(3), 101-115.
48. Kane, M., Ba, C. T., & Sy, O. (2007). Les sols du delta du fleuve Sénégal: diversité et potentiel agronomique. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal*, 45, 1-17.
49. Kettler, L., Yang, L., & Min, H. (2022). Les sols et la production agricole dans la région du lac de Guiers au Sénégal. *Revue internationale des sols et des pratiques agricoles*, 60(2), 215-227.

50. Koné, A. (2022). Les défis de la production agricole au Sénégal : le cas du maraîchage. Abidjan : Editions CEDA.
51. Koutika, L. S., & Meye, J. (2005). La fertilité des sols et les pratiques agricoles au Sénégal : état des lieux et perspectives. Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal, 47, 1-10.
52. Linares, O. F., & Bowen, M. R. (2004). Les systèmes de culture maraîchère au Sénégal : diversité et stratégies de gestion. Journal of Agronomy, 15(4), 401-415.
53. Lo, M. (2012). Le maraîchage au Sénégal: Pratiques et enjeux pour une agriculture durable. Dakar : Éditions Clairafrique.
54. Lo, M. (2017). Les pratiques culturelles des producteurs maraîchers au Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
55. Loum, M., & Sy, A. (2016). L'impact des pratiques culturelles sur la productivité des sols dans les systèmes de culture maraîchers au Sénégal. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 110(2), 327-340.
56. Maat, J. (2018). Les pratiques culturelles des producteurs maraîchers au Sénégal. Dakar : Éditions Clairafrique.
57. Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural (MAER). (2021). Rapport annuel sur l'agriculture au Sénégal.
58. Ndong, J. (2021). Les sols du delta du fleuve Sénégal : caractéristiques et enjeux pour l'agriculture. Journal of Soil Science, 66(2), 175-186.
59. Ndiaye, A., Ba, C. T., & Sy, O. (2007). Les sols et la gestion de la fertilité dans la zone des Niayes au Sénégal. Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal, 46, 1-15.
60. Ndiaye, F., & Diouf, M. (2015). La diversité des cultures maraîchères dans la région du lac de Guiers. Thèse de doctorat, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal.
61. Niang, I. (2005). L'agriculture et les pratiques agricoles au Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
62. Noba, K. (2013). Les sols du delta du fleuve Sénégal : caractéristiques et gestion. Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal, 49, 1-12.
63. Ogouwale, S., & Amadji, G. (2007). Caractérisation physico-chimique et biologique des sols de la zone des Niayes (Sénégal). Agronomie Africaine, 19(1), 23-34.
64. Ouédraogo, S., Nikiema, A., & Traoré, S. (2008). Les sols et la gestion de la fertilité dans la zone des Niayes au Sénégal. Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal, 48, 1-17.

65. Perrin, J. (2003). Guide pratique du maraîchage en Afrique de l'Ouest. Paris : Éditions Quae.
66. Seck, M., & Ndiaye, S. (2022). Les pratiques culturales et la gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture maraîchers au Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
67. Sène, B., & Ndiaye, S. (2015). La gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture maraîchers au Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
68. Sonko, K., & Diouf, S. (2018). La gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture maraîchers au Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
69. Sy, M. O., & Ndiaye, F. (2007). Les sols du delta du fleuve Sénégal: caractéristiques et gestion. Bulletin de la Recherche Agronomique du Sénégal, 50, 1-12.
70. Thiam, M. (2012). Le maraîchage au Sénégal: Pratiques culturales et perspectives de développement. Dakar : Éditions Clairafrique.
71. Thiam, S. (2006). Caractéristiques physico-chimiques et gestion de la fertilité des sols dans la zone des Niayes au Sénégal. Agronomie Africaine, 16(2), 35-44.
72. Thomas, S. C. (2011). Les sols et les pratiques agricoles dans la région du lac de Guiers au Sénégal. Thèse de doctorat, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal.
73. Touré, M. (2015). La gestion de la fertilité des sols dans les systèmes de culture maraîchers au Sénégal. Dakar, Sénégal : ISRA.
74. Trompette, M. (2020). Les sols et la gestion de la fertilité dans la zone des Niayes au Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
75. UNESCO. (2005). Gestion des ressources en eau et agriculture en Afrique de l'Ouest. Paris : UNESCO.
76. UNICEF. (2022). Nutrition et sécurité alimentaire au Sénégal.
77. USDA. (2016). Production de légumes et de fruits au Sénégal : Enjeux et perspectives.
78. USAID. (2019). Soutien à l'agriculture et au développement rural au Sénégal.
79. Vautherin, R. (2019). Les sols du Sénégal : caractéristiques et gestion. Dakar, Sénégal : ISRA.
80. Villers, J. (2004). Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest : une approche intégrée des cultures maraîchères. **Paris:** Éditions Quae.
81. World Bank. (2020). Agriculture in Senegal: Performance and Challenges.
82. Yacouba, A. (2009). Agriculture et gestion des ressources naturelles au Sahel. Paris : Karthala.

ANNEXES

Annexe 1 : Guide d'enquête

Profil Socio-économique

- Sexe: M F
- Date de naissance: _____
- Village: _____
- Coordonnées GPS : Longitude _____ Latitude _____ Altitude _____

Situation Matrimoniale

- Marié(e) Célibataire Veuf(ve) Divorcé(e)

Niveau d'instruction

- Non scolarisé École coranique Primaire Secondaire Universitaire

Activité principale

- Agriculteur Éleveur Pêcheur Travail au foyer Employé (hors agriculture) Entrepreneur Autre : _____

Expérience en agriculture

- < 5 ans 5-10 ans 11-15 ans 16-20 ans > 20 ans

Agriculture pratiquée toute l'année

- En saison des pluies uniquement
- En saison sèche uniquement
- Toute l'année

Pratiques Agricoles

Conditions de culture

- Plein champs Sous serre Sous filet Hors sol Autre

Préparation des pépinières

- Plaques alvéolées Pleine terre Planche surélevée Autres

Protection des semis en pépinières

- Ombrage Filets Pas de protection Autres :

Façon culturale

- Billons Planches Offsetage Labour

Spéculations (cochez les cultures pratiquées)

Maraichage

- Tomate Tom. Cerise Aubergine viol. Courgette Gombo
- Oignon Concombre Haricot vert Poireau Salade
- Carotte Chou Radis Piment

Destination de la production:

- Autoconsommation Vente Autoconsommation + Vente Autre

Irrigation

Origine de l'eau

- Forage Pompage lac Pompage chenal Pas d'eau d'irrigation
(agriculture pluviale)

Système d'irrigation

- Arrosoir Aspersion Gravitaire/à la raie Goutte à goutte

Préparation du Sol

Défrichage

- Manuel (houe, pioche, machette)
- Mécanisé (Tracteur, motoculteur)
- Chimique (Herbicidage)
- Autre : _____

Préparation du sol

- Manuel (houe) : _____
- Semi-mécanisé (traction animale) : _____
- Mécanisé (Tracteur/motoculteur) : _____
- Autre : _____

Fertilisation

Fumure de fond

- Minérale Organique Organo-minérale Pas de fumure de fond

Fertilisation d'entretien

- Minérale Organique Organo-minérale Pas de fertilisation

Quelles sont les fertilisants que vous utilisez ? _____

Gestion des Adventices

Adventices

- Aviez-vous du mal à identifier les adventices (mauvaises herbes) ? Oui Non
- Y a-t-il des adventices dans votre champ ? Oui Non
 - Si oui, lesquelles?

Pratiques Agricoles Saines et Durables

Pratiquez-vous la restauration durable du sol ? Oui Non

• Si oui, quelles méthodes de conservation naturelle des sols utilisez-vous ?

- Compost Parcage Jachère Autres :

Utilisation des Pesticides

Avez-vous utilisé des pesticides dans l'exploitation ? Oui Non

• Si oui, quels types de pesticide ?

Nom commercial	Nom scientifique	Approvisionnement
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Selon vous, quel est le niveau d'efficacité des pesticides ?

- Toujours efficace Souvent efficace Rarement efficace Jamais efficace

Ces dernières années, avez-vous envie de réduire la quantité des pesticides appliqués ?

Oui Non

Si oui, pourquoi ?

- Santé des agriculteurs Santé humaine Santé animale
- Santé environnement (eau et sol) Santé végétale Économies sur les intrants Autres :

Portez-vous des équipements de protection lors des traitements ? Oui Non

• Quels types d'équipements?

- Gants Bottes Chapeau Cache-nez
- Lunettes Combiné (pantalon+chemise)

Respectez-vous les recommandations sur les doses de pesticides ? Oui Non

Faites-vous des mélanges de pesticides ?

- Pas de mélange Deux types de produits Trois types de produits Plus

Utilisez-vous des biopesticides?

- Oui uniquement Oui en alternance avec des pesticides chimiques Non

Selon vous, quelle est l'efficacité des biopesticides ?

- Toujours efficace Souvent efficace Rarement efficace Jamais efficace

Que faites-vous des emballages des pesticides ?

Annexe 2 : Données

Tableau 16 : Caractéristiques chimiques des sols à Pakh et Mbane

Zone	pH sol (1/2,5)	CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$) (1/2,5)	K (mg/L)	C(%)	N(%)	C/N	MO(%)	Pass (ppm)
Mbane	6,420	1357	0,696	0,866	0,095	9,070	1,490	356,021
Mbane	6,710	879	0,381	0,749	0,094	8,005	1,288	126,776
Mbane	6,78	656	0,463	1,388	0,129	10,748	2,388	356,021
Mbane	6,92	339	0,154	0,514	0,059	8,641	0,883	133,882
Mbane	7,51	570	0,445	0,662	0,078	8,475	1,138	356,021
Mbane	7,39	101,6	0,174	0,239	0,032	7,458	0,412	18,792
Mbane	7,33	176,2	0,405	0,252	0,028	9,101	0,434	40,669
Mbane	7,41	385	0,370	0,531	0,059	8,934	0,913	123,504
Mbane	7,31	1035	0,795	0,683	0,076	9,029	1,175	165,015
Mbane	7,15	1332	0,448	0,353	0,044	8,088	0,606	67,876
Mbane	7,52	748	0,268	0,339	0,037	9,114	0,584	50,580
Mbane	7,43	817	0,453	0,766	0,086	8,909	1,318	272,158
Mbane	6,55	167,2	0,223	0,187	0,027	6,845	0,322	22,812
Mbane	7,64	284	0,516	0,544	0,057	9,601	0,936	167,913
Mbane	7,47	446	0,895	0,866	0,078	11,096	1,490	228,216
Mbane	5,7	7860	0,348	0,409	0,073	5,571	0,704	40,295
Mbane	6,36	167,1	0,256	0,235	0,016	14,829	0,404	11,967
Pakh	5,15	680	0,585	1,027	0,112	9,192	1,767	142,390
Pakh	5,82	229	0,118	0,144	0,021	6,839	0,247	9,536

Pakh	6,09	54,7	0,171	0,270	0,064	4,196	0,464	10,658
Pakh	6,19	646	0,143	0,135	0,025	5,331	0,232	30,946
Pakh	5,01	826	0,484	0,875	0,071	12,331	1,505	52,543
Pakh	5,47	433	0,380	0,509	0,049	10,314	0,876	11,780
Pakh	5,06	586	0,178	0,631	0,086	7,313	1,086	85,453
Pakh	5,02	350	0,408	0,779	0,054	14,557	1,340	47,588
Pakh	5,1	606	0,239	0,496	0,019	26,576	0,853	16,455
Pakh	5,2	263	0,047	0,113	0,009	12,398	0,195	18,699
Pakh	5,03	492	0,254	0,770	0,063	12,216	1,325	67,782
Pakh	6,72	310	0,352	0,305	0,052	5,828	0,524	15,146
Pakh	6,19	232	0,265	0,252	0,010	26,454	0,434	22,251
Pakh	5,2	551	0,189	0,470	0,054	8,649	0,809	105,086
Pakh	5,36	318	0,190	0,566	0,063	8,914	0,973	83,209
Pakh	5,47	204	0,140	0,514	0,037	13,909	0,883	54,226
Pakh	5,18	418	0,103	0,113	-0,032	-3,589	0,195	12,715

Légende : *CE* : capacité d'échange cationique ; *MO* : matière organique ; *K* : Potassium ; *P_{ass}* : Phosphore assimilable ; *N* : Azote ; *C* : carbone ; *C/N* : Rapport Carbone Azote ; *pH* : potentiel Hydrogène