



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX ET POST-RECOLTE

MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER PROFESSIONNEL

THEME :

Evaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê

Réalisé par :

Bernard ATCHOHOUNDO

Directeur de Mémoire :

Prof CHOUGOUROU C. Daniel

Professeur Titulaire des Universités

(CAMES)

Entomologie / Protection des Végétaux

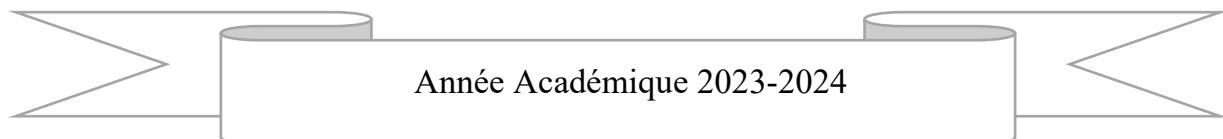
Enseignant chercheur à l'EPAC

Co-Directeur de Mémoire :

Dr. Ir. (CR) OUIKOUN Codjo Gaston

Chargé de Recherche du CAMES

Chercheur à l'INRAB



Certification

Je soussigné, **Prof. CHOUGOUROU C. Daniel** Enseignant-Chercheur à l'école Polytechnique d'Abomey-Calavi, certifie que ce travail intitulé : « **Evaluation des méthodes de conservation de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê** » a été entièrement réalisé par Monsieur **Bernard ATCHOHOOUNDO** sous ma supervision à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) afin d'obtenir son Master en **Protection des Végétaux et Post – Récolte**

Prof. Daniel C. CHOUGOUROU

Enseignant – Chercheur à l'EPAC

Professeur Titulaire des Universités (CAMES)

Entomologie / Protection des Végétaux

Dédicace

A la mémoire de ma défunte mère pour tous ses efforts de son vivant pour me voir réussir.

Remerciements

Au terme de ce travail, qu'il me soit permis d'exprimer mes sentiments de profonde gratitude à toutes les personnes qui ont de près ou de loin, apporté leurs aimables contributions tant morales, intellectuelles, matérielles que financières à l'élaboration de ce document. A cet effet, nous tenons à adresser nos vifs remerciements :

- au Prof. CHOUGOUROU C. Daniel, Professeur Titulaire des Universités CAMES, enseignant chercheur à l'EPAC, notre Directeur de Mémoire qui, malgré ses multiples occupations, a su mettre son temps et ses compétences à notre profit en acceptant l'encadrement scientifique de ce travail de recherche.
- au Dr. Ir. OUIKOUN Codjo Gaston, Chercheur à l'Institut National de Recherche Agricole du Bénin (INRAB) pour avoir accepté de co-diriger ce travail. Merci pour vos observations, critiques et contributions scientifiques.
- à tous les enseignants de la première promotion du Master Protection des Végétaux – Post Récolte au CAP/EPAC – UAC pour avoir partagé leurs connaissances mais surtout des techniques plus simples d'application en milieu réel et notamment à la mémoire de Ir DOSSOU Romuald ;
- aux coordonnateurs du master PV – PR, le Prof. CHOUGOUROU C. Daniel et le Dr AGBANGBA Codjo Emile pour nous avoir donné un goût spécial à l'approfondissement de notre compétence dans le domaine spécial de la santé végétale et du post-récolte ;
- au Chef du Centre Autonome de perfectionnement pour ses orientation et conseil ;
- au Directeur de l'EPAC pour avoir accepté la création de ce master et tout son appui tout au long de notre formation ;
- à vous honorables membres de jury pour avoir accepté examiner ce travail, recevez ici le mérite de vos contributions à la recherche scientifique ;
- à tous mes camarades de la première promotion du master PV – PR pour la bonne camaraderie et l'atmosphère agréable qui a régné au sein de nous ;
- à nos jeunes frères AFFOSSOGBE Tranquillain, TCHEDE Boris et YALINKPON Florent pour leurs différents appuis pour l'assimilation de certains cours spécifiquement ;
- à tous les producteurs de riz des communes d'Allada, de Zê et surtout ceux d'Abomey – Calavi pour leur ouverture d'esprit sans oublier ceux de Comè ;
- à tous mes collègues de service, surtout ceux des Cellules Communales de Comè et d'Abomey – Calavi pour leurs accompagnements ;
- à mon grand frère HOUESSOU Cyrille et mes sœurs pour leurs différents appuis ;

- à ma femme DENON K. Victoire pour son soutien permanent ;
- à chacun de mes enfants pris individuellement : Bernice, Bernardine, Berekyah, Bernarda, Bernardo, Bernyl pour leur prière ;
- à toute la famille HOUESSOU de Sékou pour leur encouragement ;
- à tous les fidèles de l'église évangélique Assemblée des Fidèles Affranchis de Christ (AFaC) du Bénin et plus particulièrement ceux de Sékou et de Sèhè pour leur prière ;
- à l'honorable Lucien K. HOUNGNIBO et tous mes amis de la Commune d'Allada pour leurs appuis permanents ;
- à tous mes amis notamment : SOHA Boris, AHOUANDJINOU Amos, KAKPO Martin, AZAGOUNDJI Isidore, KEDJI Isidore, ABIKOU Judicaël, AIOUNOU Christian, HESSOU Boniface, TONOGBE Barthélémy, KAKPOHE Estève, ANAGONOU Firmin, ASSOH Rémi, SOSSAMINOU Amplias, ZODE Albert, GAYON Moïse, ANATO Thierry, MEHINTO Alexandre pour leurs conseils et soutiens de tout genre ;
- à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce travail scientifique.

Résumé

La conservation du riz paddy est une étape cruciale pour assurer la sécurité alimentaire et la compétitivité du Bénin, un pays où le riz est une culture stratégique. Cette étude vise à évaluer les techniques de stockage du riz paddy utilisées par les producteurs dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê, au sud du Bénin. Les données ont été collectées par des entretiens individuels avec 100 producteurs de riz à l'aide d'un questionnaire digitalisé sur Kobotoolbox. Les producteurs enquêtés adoptent également les autres cultures comme le maïs, le manioc, le palmier à huile, l'ananas, la patate douce, l'arachide, le niébé et d'autres en moindre mesure. Les données ont été analysées à l'aide du logiciel R 4.1.3 et du Microsoft Excel 2016, en utilisant des statistiques descriptives et une analyse par radar chart. Les résultats ont montré que les entrepôts ou magasins et les greniers traditionnels sont les méthodes de conservation les plus courantes dans ces Communes, mais qu'elles présentent des avantages et des inconvénients spécifiques. Les entrepôts ou magasins préservent mieux la qualité organoleptique du riz et une protection contre les moisissures et les insectes, mais ils sont plus coûteux à construire et à entretenir. Les greniers traditionnels sont moins chers et adaptés aux conditions locales, mais ils sont moins efficaces pour préserver la qualité du riz et sont vulnérables aux attaques des rongeurs. La totalité des personnes enquêtées des trois Communes avaient déclaré l'attaque des ravageurs dont les insectes et les rongeurs comme la contrainte majeure de la conservation du riz paddy, suivi de la perte du poids du riz (99,48%), qui entraîne des pertes économiques. Les agents de détérioration des stocks les plus importants sont les insectes (95%), les rongeurs (88%) et les champignons (48%). Les types de rizicultures pratiqués dans la zone d'étude sont constitués de la riziculture de bas-fond (66,16%), la riziculture de pluviale (20%) et la riziculture irriguée (13,84%). Ces résultats suggèrent qu'il existe un potentiel d'amélioration des techniques de stockage du riz paddy au sud du Bénin.

Mots clés : *Oryza sativa*, Structure de stockage, qualité, pertes post-récolte, conservation, Bénin

Abstract

The conservation of paddy rice is a crucial step to ensure food security and the competitiveness of Benin, a country where rice is a strategic crop. This study aims to assess the paddy rice storage techniques used by farmers in the communes of Abomey-Calavi, Allada, and Zê, located in southern Benin. Data were collected through individual interviews with 100 rice producers using a digitized questionnaire on KoboToolbox. The surveyed farmers also grow other crops such as maize, cassava, oil palm, pineapple, sweet potato, groundnut, cowpea, and others to a lesser extent. The data were analyzed using R software version 4.1.3 and Microsoft Excel 2016, employing descriptive statistics and radar chart analysis. The results showed that warehouses and traditional granaries are the most common storage methods in these communes, each with specific advantages and disadvantages. Warehouses better preserve the organoleptic quality of rice and offer protection against molds and insects, but they are more expensive to build and maintain. Traditional granaries are cheaper and better adapted to local conditions, but they are less effective at preserving rice quality and are vulnerable to rodent attacks. All respondents from the three communes reported pest attacks, including insects and rodents, as the main constraint in paddy rice conservation, followed by rice weight loss (99.48%), which leads to economic losses. The most significant storage deterioration agents are insects (95%), rodents (88%), and fungi (48%). The types of rice farming practiced in the study area include lowland rice cultivation (66.16%), rainfed upland rice cultivation (20%), and irrigated rice cultivation (13.84%). These results suggest that there is potential for improving paddy rice storage techniques in southern Benin.

Keywords : *Oryza sativa*, storage structure, quality, post-harvest losses, conservation, Benin

Sommaire

Certification.....	i
Dédicace	ii
Remerciements	iii
Résumé	v
Abstract	vi
Sommaire	vii
Liste des tableaux	viii
Sigles et abréviations.....	x
I. INTRODUCTION	1
II. REVUE DE LITTERATURE	3
III. MATERIEL ET METHODES	13
IV. RESULTATS	17
V. DISCUSSION.....	42
VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
Table des matières	52
ANNEXES	54

Liste des tableaux

Tableau I : Répartition des producteurs enquêtés par commune.....	15
Tableau II : Nombre d'années d'expérience et répartition des producteurs de riz selon le niveau d'instruction	18
Tableau III : Mode d'acquisition des terres cultivées par commune	20
Tableau IV : Mode de récolte, de battage, et de transport du riz du bord champ au lieu de stockage/conservation par commune	21
Tableau V : Durée de séchage du riz paddy après récolte et vannage	23
Tableau VI : Variation de la quantité moyenne de riz paddy produite lors de la dernière campagne agricole par commune	24
Tableau VII : Description, avantages et limites des méthodes de conservation	25
Tableau VIII : Principaux ennemis, dégâts sur les stocks et moyens de lutte.....	28
Tableau IX : Synthèse de l'analyse de l'environnement interne à la production rizicole dans les communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zè (Forces et Faiblesses).....	33
Tableau X : Synthèse de l'analyse l'environnement externe de la production du riz dans les communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zè (Opportunités et Menaces).....	33

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la production et de l'exportation mondiales du riz	6
Figure 2 : Carte de la situation géographique des communes parcourues	14
Figure 3 : Répartition des riziculteurs par commune selon le sexe.....	17
Figure 4 : Répartition des producteurs de riz par commune selon la tranche d'âge	18
Figure 5 : Proportion des producteurs appartenant à une OPA.....	19
Figure 6 : Type de riziculture selon la commune	20
Figure 7 : Taille des exploitations des producteurs par commune	21
Figure 8 : Mode de séchage du riz paddy après la récolte selon la commune	22
Figure 9 : Mode de séchage du riz paddy après vannage selon la commune.....	23
Figure 10 : Diagramme en radar décrivant les méthodes de conservation rapportées par commune	25
Figure 11 : Durée de conservation du riz paddy selon la méthode de stockage/conservation .	27
Figure 12 : Priorisation des contraintes liées à la conservation du riz paddy	28
Figure 13 : Dégâts des ravageurs de stock de riz en relation avec les méthodes de conservation	30
Figure 14: Capacité des méthodes à préserver les nutriments	35
Figure 15 : Qualité du riz paddis conférer par les méthodes de conservation	36
Figure 16 : Efficacité économique des méthodes de conservation	37
Figure 17 : Capacité des méthodes à préserver contre les moisissures et les insectes	38

Sigles et abréviations

ATDA : Agence Territoriale de Développement Agricole

CCeC : Chef Cellule Communale

cm : Centimètre

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

ha : hectare

kg : kilogramme

km² : kilomètre carré

m : mètre

MAEP : Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche

mm : millimètre

PDA : Pôle de Développement Agricole

PSDSA : Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole

PSRSA : Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole

SoNaMA : Société Nationale de Mécanisation Agricole

I. INTRODUCTION

1.1. Contexte et justification du sujet

Le riz (*Oryza sativa L.*) est l'une des principales cultures vivrières au Bénin, où il occupe une place importante dans l'agriculture, l'économie et l'alimentation des populations. Selon le rapport de performance du secteur agricole gestion 2021, la production du riz est de 519 667 tonnes avec un accroissement de 26,26% par rapport à 2020 (411 578 tonnes). La production de riz en 2021 représente 134,7% de la cible 2021 du PSDSA (385 806). La région méridionale du pays (PDA5, 6 et 7), qui comprend les localités de Abomey-Calavi, Allada et Zê, est l'une des zones de production du riz, avec une contribution de 4% à la production nationale (MAEP, 2022). Le riz constitue également un aliment de base pour les habitants de cette région, qui consomment en moyenne 40 kg par personne et par an (FAO, 2018). Ainsi, le riz joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire, la génération de revenus et le développement rural dans les localités étudiées.

Toutefois, la filière rizicole au Bénin fait face à de nombreux défis, notamment au niveau de la conservation du riz après la récolte. En effet, les conditions agroclimatiques du sud du Bénin, caractérisées par une forte humidité et une température élevée, favorisent le développement de microorganismes et d'insectes nuisibles qui dégradent la qualité du riz pendant son stockage (Sanni *et al.*, 2009). Les méthodes traditionnelles de conservation utilisées par les producteurs, telles que le séchage au soleil et le stockage dans des sacs en jute ou en plastique, sont souvent inefficaces pour prévenir les pertes post-récolte et maintenir la qualité du riz. Selon une étude réalisée par Tossou *et al.* (2016), les pertes post-récolte dans la filière rizicole au Bénin peuvent atteindre jusqu'à 30%, ce qui représente une perte économique considérable pour les acteurs de la filière et une menace pour la sécurité alimentaire des consommateurs.

Face à cette situation, il est impératif de développer et d'évaluer des méthodes de conservation adaptées au riz (*Oryza sativa L.*) dans les localités de Abomey-Calavi, Allada et Zê. Plusieurs études ont déjà été menées sur la conservation du riz dans d'autres régions du Bénin ou dans d'autres pays ayant des conditions similaires. Par exemple, Ahouansou *et al.* (2019) ont analysé les pratiques post-récolte du riz paddy dans la zone côtière du Bénin et ont identifié des besoins d'amélioration en matière de séchage, de décorticage et de stockage. Sanni *et al.* (2014) ont examiné les méthodes de conservation du riz dans les régions tropicales et ont proposé des approches innovantes, telles que l'utilisation de pesticides naturels, le conditionnement sous vide ou l'irradiation gamma. Toutefois, ces études ne se sont pas spécifiquement focalisées sur le riz (*Oryza sativa L.*) et les méthodes de conservation appropriées dans les localités de Abomey-

Calavi, Allada et Zê. Ainsi, il existe un besoin urgent de recherche dédiée à ce riz et aux approches de conservation adaptées à cette région clé de production. En comblant cette lacune de recherche, cette étude vise à fournir des connaissances approfondies et des recommandations pratiques en vue d'améliorer la conservation du riz dans les localités examinées.

1.2. Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude a été d'améliorer les différentes techniques de stockage utilisées pour le riz (*Oryza sativa L.*) dans les Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê.

Plus spécifiquement, cette étude vise à :

- Inventorier les différentes techniques de stockage ;
- Identifier les difficultés liées à la conservation du riz (*Oryza sativa L.*) ;
- Identifier les ennemis de stock ainsi que leurs dégâts en relation avec les techniques de stockage/conservation dans les communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê

1.3. Hypothèses

Pour mener à bien l'étude, des hypothèses ont été formulées à savoir :

- Les techniques de stockage du riz varient considérablement dans les Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê ;
- Les techniques de stockage/conservation utilisées dans les Communes d'Abomey-Calavi, Allada et Zê ont une influence significative sur les difficultés de conservation du riz ;
- Les techniques de stockage/conservation utilisées dans les Communes d'Abomey-Calavi, Allada et Zê ont une influence significative sur les dégâts des ennemis de stock du riz paddy.

II. REVUE DE LITTERATURE

2.1. Les exigences écologiques et édaphiques du riz

La culture du riz présente des exigences spécifiques en termes de conditions écologiques et de composition du sol, qui sont des éléments cruciaux pour obtenir des rendements optimaux.

2.1.1. Exigences écologiques

Parmi les exigences écologiques à prendre en compte, la recherche agronomique a identifié plusieurs facteurs clés, notamment la température, l'altitude et la latitude, les besoins en eau, l'humidité de l'air, l'ensoleillement et le vent.

2.1.1.1. La température

La température joue un rôle prépondérant dans le développement du riz, affectant sa durée de croissance et l'aire géographique propice à sa culture. La plage de température optimale varie en fonction des stades de croissance de la plante, allant de la germination à la maturation. Par exemple, la germination se produit de manière optimale à des températures comprises entre 20 et 35°C. Les conditions spécifiques varient selon les variétés cultivées (IRRI, 2013).

2.1.1.2. Altitude et latitude

Le riz présente une grande adaptabilité en termes d'altitude et de latitude, pouvant être cultivé entre 53° de latitude Nord et 40° de latitude Sud. Certaines variétés tolèrent même des températures relativement basses, permettant une culture jusqu'à 2 700 mètres d'altitude sur les versants des montagnes (IRRI, 2013).



Photos ATCHOHOUNDO 2022 : Exploitation de Riz à Akassato dans la Commune d'Abomey – Calavi et à Kotovi dans la Commune d'Allada

2.1.1.3. Besoins en eau

La culture du riz, qu'elle soit irriguée ou dépendante des précipitations, nécessite une quantité significative d'eau. Les besoins en eau varient au cours du cycle végétatif de la plante, augmentant considérablement au fur et à mesure de sa croissance. Le maintien d'une lame d'eau à environ un tiers de la hauteur des plants est crucial pendant la croissance jusqu'à la maturité. Ces besoins en eau sont influencés par divers facteurs, notamment la percolation dans le sol, l'évaporation, la transpiration, et les pertes par les canaux d'irrigation. En moyenne, dans les systèmes irrigués, les besoins varient de 1200 à 2000 mm par hectare et par an, tandis qu'en agriculture pluviale, une pluviométrie annuelle d'environ 1000 mm, avec une répartition de 200 mm par mois pendant la saison de croissance, est suffisante (IRRI, 2013).

2.1.1.4. Humidité relative de l'air

L'humidité de l'air revêt une grande importance pendant la floraison du riz, où une humidité relative de 70 à 80% est nécessaire pour favoriser l'ouverture des épillets (Sarker & S.A.R, 1980).

2.1.1.5. Ensoleillement

L'ensoleillement est un facteur crucial pour le riz, une culture exigeante en lumière en raison de son impact sur la photosynthèse et la production d'hydrates de carbone. Des niveaux optimaux d'intensité lumineuse, généralement compris entre 350 et 450 calories par centimètre carré par jour, sont nécessaires pour assurer un bon rendement. Une insolation insuffisante pendant la période de reproduction peut limiter le nombre d'épillets, tandis qu'une insolation inadéquate pendant la maturation peut réduire le remplissage des épillets et, par conséquent, le rendement (IRRI, 2013).

2.1.1.6. Le vent

Le vent peut avoir des effets contradictoires sur la culture du riz, favorisant la transpiration et l'évaporation, mais pouvant également poser des problèmes, notamment pour les plants nouvellement repiqués et la pollinisation, en particulier lorsqu'il souffle à grande vitesse (IRRI, 2013).

2.1.2. Exigences édaphiques

Le riz présente une grande adaptabilité à une variété de types de sols, avec une plage de pH tolérable allant de 5,5 à 7,5, l'optimum se situant entre 6 et 7. Les sols alluvionnaires, riches en éléments minéraux et en matières organiques, sont particulièrement favorables à la culture du riz. Les éléments minéraux essentiels pour la fertilisation du sol sont l'azote, le phosphore et le potassium, jouant un rôle crucial dans la réussite de la culture (FAO, 2020).

2.2. Diversité du climat, des sols, de régimes pluviométriques et d'écologies propices à la culture de riz

Le Bénin, avec une superficie de 114 763 km² (universalis, 2024), est situé entre 6°10' et 12°25' de latitude nord et entre 0°45' et 3°55' de longitude est. Le pays possède un vaste potentiel estimé à environ 7 millions d'hectares de terres cultivables, représentant ainsi 63% de sa superficie totale (FAO, 2023). Les données agro-pédologiques disponibles révèlent une grande variété de types de sols, avec 80% des terres composées de sols ferrugineux tropicaux lessivés et ferralitiques, 8% de sols hydromorphes, 7% de sols minéraux bruts, et 5% de sols vertiques. La végétation, bien que dégradée, se compose de forêts, de savanes arborées et arbustives, ainsi que de réserves forestières classées. Le pays est divisé en deux zones climatiques distinctes, avec une zone de transition : (i) La région sud présente un climat de type subéquatorial, caractérisé par deux saisons pluvieuses par an et (ii) la région nord possède un climat de type tropical continental avec une saison pluvieuse. La zone de transition, qui se trouve au centre, présente un climat de type sub-soudanien. Le régime pluviométrique varie de 700 à 1 300 mm de précipitations par an, s'étalant sur une période de 70 à 110 jours annuellement. Les températures maximales moyennes oscillent entre 28°C et 33,5°C, tandis que les températures minimales moyennes se situent entre 24,5°C et 27,5°C. L'évapotranspiration varie de 3,7 mm à 4,8 mm par jour. Cette diversité climatique, la variété des sols et les régimes pluviométriques distincts offrent des écologies variées et propices à la culture du riz, ce qui constitue un élément essentiel à prendre en compte dans la planification et la gestion de la production rizicole au Bénin (FAO, 2020).

2.3. Situation du riz dans le monde

2.3.1. Importance économique du riz au niveau international

La production mondiale de riz a connu une augmentation significative ces dernières années, atteignant 786 millions de tonnes en 2021 selon les données de la FAO (2022). L'Asie demeure le principal centre de production, représentant plus de 90% de la production mondiale (Shahbandeh, 2023).

Comme le montre la figure 1, la Chine maintient sa position de leader mondial avec une production de 214 millions de tonnes, soit 27% de la production globale. L'Inde suit de près avec 195 millions de tonnes, représentant 25% du total. L'Indonésie, le Bangladesh et le Vietnam complètent le top 5 des producteurs, chacun contribuant respectivement à 7%, 7% et 6% de la production mondiale. (FAO, 2022)

Malgré cette production massive, le commerce international du riz reste relativement limité. Selon Workman (2023), seulement environ 9% de la production mondiale a été exportée en 2022,

réflétant une légère augmentation par rapport aux années précédentes, mais toujours une part modeste du total produit. Cette situation s'explique par la forte consommation domestique dans les principaux pays producteurs et par des politiques commerciales parfois restrictives.

La demande mondiale de riz continue de croître, notamment en Afrique et au Moyen-Orient, où l'urbanisation rapide et les changements de régimes alimentaires stimulent la consommation (Katsuki et al., 2022). Cette tendance exerce une pression croissante sur les marchés mondiaux, d'autant plus que la croissance de la production ralentit dans certaines régions clés en raison de contraintes liées aux ressources et au changement climatique.

Les prix du riz sur le marché international restent volatils, influencés par divers facteurs tels que les conditions météorologiques, les politiques commerciales des principaux pays producteurs et exportateurs, et les fluctuations des stocks mondiaux. La pandémie de COVID-19 a également eu un impact sur les chaînes d'approvisionnement et les flux commerciaux, ajoutant une couche supplémentaire de complexité au marché mondial du riz (Nguyen et al., 2022).

Les défis liés au changement climatique, à la diminution des ressources en eau et à la nécessité d'une production plus durable sont devenus des préoccupations majeures pour l'industrie rizicole mondiale. Des efforts accrus sont déployés pour développer des variétés de riz plus résistantes et des pratiques agricoles plus efficaces afin de garantir la sécurité alimentaire future (Jagadish et al., 2021).

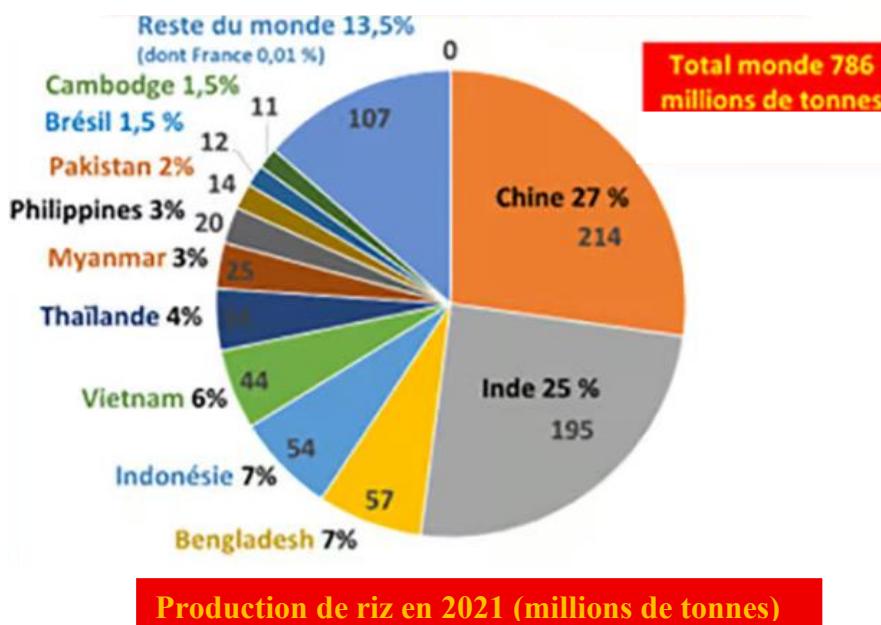


Figure 1 : Répartition de la production et de l'exportation mondiales du riz

Source : FAO, 2022

2.3.2. La situation rizicole en Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest dispose de nombreux atouts pour la production de riz, et plus généralement, pour le développement de la chaîne de production de cette céréale. La région bénéficie de vastes étendues de terres cultivables, de conditions climatiques favorables à la culture du riz, d'une demande soutenue en riz, et d'un réseau de centres de recherche agricole. La superficie totale cultivée en riz en Afrique de l'Ouest dépasse les 5,5 millions d'hectares, dont près de 2,4 millions d'hectares sont consacrés à cette culture au Nigeria (Boutsen & Aertsen, 2013). Le secteur du riz est principalement composé de petits producteurs et de transformateurs artisanaux, et les coûts liés aux transactions, notamment pour la transformation, le transport et la commercialisation, sont élevés. Cependant, il existe un potentiel considérable pour créer une valeur ajoutée significative à la fois dans la production, la transformation et la commercialisation du riz. Au fil des années, la superficie plantée en riz en Afrique de l'Ouest a connu une augmentation notable, passant de 3 millions d'hectares dans les années 1980 à plus de 6 millions d'hectares aujourd'hui (Boutsen & Aertsen, 2013). Malgré une productivité relativement faible dans la région, les coûts de production des pays ouest-africains sont comparables à ceux des grands pays producteurs de riz à l'échelle mondiale, dont certains sont d'importants exportateurs de riz. Les producteurs de riz de la région rencontrent également des difficultés pour accéder à des semences de qualité et à des intrants en quantités suffisantes. L'Afrique subsaharienne dépend fortement des importations de riz pour répondre à ses besoins alimentaires, représentant environ 40% de la consommation rizicole de la sous-région, une dépendance qui s'est accrue au cours des années 1990 (Mendez et al., 2011). Les importations de riz ont triplé depuis le milieu des années 1990, bien qu'une tendance à la stabilisation se soit observée au cours des cinq dernières années. En Afrique de l'Ouest, cette dépendance s'est considérablement renforcée, les importations de riz atteignant environ 5,2 millions de tonnes, comparées à 1,7 million de tonnes au début des années 1990 (Mendez et al., 2011). Cette tendance est générale dans l'ensemble de la sous-région, bien que certains pays, notamment le Nigeria, le Sénégal et la Côte-d'Ivoire, aient exercé une influence significative sur cette tendance. Dans des États tels que le Sénégal, le Liberia et la Sierra Leone, la consommation annuelle moyenne de riz par habitant atteint 60 kg, voire 90 kg (Mendez et al., 2011). Dans des pays comme le Mali et le Burkina Faso, éloignés de la mer et donc du riz importé à bas prix, la moyenne est de 40 à 60 kg par personne et par an. Le prix du riz revêt ainsi une grande importance en termes de sécurité alimentaire. Le riz est devenu un élément central des discussions concernant la sécurité alimentaire, en particulier à la suite de la crise de 2008. Cette crise a entraîné la mise en place de diverses stratégies visant à renforcer le soutien à la chaîne de production du riz. Les autorités de l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest ont adopté des mesures à

court et à long terme dans le but de maîtriser les hausses de prix pour les consommateurs, d'assurer un approvisionnement stable des marchés nationaux et de soutenir la production nationale de riz

2.3.3. Le riz au Bénin

Au Bénin, les habitudes alimentaires connaissent une évolution significative, avec le riz qui est passé d'un aliment réservé aux grandes occasions à un produit de consommation quotidienne, aussi bien en milieu urbain que rural. Selon le Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), les besoins nationaux en riz sont estimés entre 35 et 40 kilogrammes par habitant et par an (, ce qui équivaut à une fourchette de 235 500 à 279 000 tonnes par an. Actuellement, la production nationale ne couvre que 59% de ces besoins, ce qui oblige le pays à effectuer des importations de riz (MAEP, 2019 ; SNDR2). La production du riz a connu une augmentation progressive passant de 281 428 tonnes en 2016 à 411 578 tonnes en 2020 avec un accroissement de 1% entre 2019 (406 083 tonnes) et 2020. La production de riz en 2020 a doublé par rapport 2015 (216 825 tonnes) avec une réalisation respective de 70% de la cible 2020 (585 000 tonnes) et 40% de 2022 (1 016 500 tonnes) du Programme d'urgence. L'augmentation de la production du riz entre 2019 et 2020 est surtout due à l'accroissement des superficies emblavées (2%). La production du riz est essentiellement assurée dans les Pôles de Développement Agricole (PDA) : PDA 1 (42%) ; PDA 2 (22%) ; PDA 3 (17%) et PDA 4 (15%). Le rendement du riz en 2020 (3,93 T/ha) est supérieur à la moyenne sur la période 2016-2019 qui est de 3,38 t/ha. Ce rendement est resté presque constant entre 2019 et 2020. Le taux de réalisation de la cible de rendement 2020 du programme d'urgence riz est de 80%. Le progrès en rapport avec la référence 2015 est de 126%. L'accroissement constaté est le résultat de la mise en œuvre des différentes stratégies contenues dans le PAG volet agriculture. Cette initiative vise à renforcer la production nationale de riz et à réduire la dépendance vis-à-vis des importations, contribuant ainsi à améliorer la situation économique et la sécurité alimentaire du pays.

2.4. Définition de quelques concepts

2.4.1. Le système post-récolte

Un système post-récolte englobe l'ensemble des étapes et des chemins empruntés par une denrée alimentaire depuis sa récolte dans le champ jusqu'à son arrivée sur la table du consommateur. Selon les pratiques locales, le terme "postproduction" peut parfois être confondu avec la récolte et les activités suivant immédiatement la récolte. Ainsi, le système post-récolte est délimité par deux points essentiels : le producteur qui cultive la denrée et le consommateur qui la déguste. Entre ces deux points, se déploie une chaîne d'activités diverses. Une compréhension approfondie

de ce système implique une familiarisation avec ses diverses composantes, dont les interactions sont cruciales pour maintenir l'intégrité des produits tout au long de leur conservation (Kossou & Samba, 1984). En ce qui concerne le riz, les éléments constitutifs du système sont interdépendants et se déduisent les uns des autres. Ils englobent la récolte, le séchage, le décorticage, le stockage, la commercialisation, la transformation et la consommation. Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes penchés sur les opérations de stockage, de conditionnement et de conservation.

2.4.2. La récolte

La récolte est une opération qui consiste à séparer le fruit de la plante, et elle peut débuter avant que les graines n'aient atteint leur maturité complète. La période de récolte a un impact significatif sur la capacité du grain à être conservé. Il est courant de constater que les grains qui ne sont pas encore mûrs, et qui contiennent une forte teneur en eau, se détériorent rapidement en raison de l'activité enzymatique encore active à l'intérieur. Dans les régions intertropicales, les agriculteurs et les paysans dépendent souvent de l'énergie solaire directe pour réduire l'humidité des grains sur le champ jusqu'à atteindre des niveaux d'humidité proches de 20-25% (sur une base humide) avant la récolte (Aho & Kossou, 1989).



Photo ATCHOHOUNDO 2022 : Récolte du riz à Wékéhonou, Arrondissement d'Akassato dans la Commune d'Abomey - Calavi

2.4.3. Le séchage

Le séchage est une étape cruciale dans le processus post-récolte des grains. Son objectif principal est d'inhiber les mécanismes physiologiques et physico-chimiques responsables de la détérioration en réduisant la teneur en eau des produits jusqu'à un seuil de sécurité. De cette manière, on limite la croissance des moisissures et on retarde l'activité de certaines espèces d'insectes qui sont préjudiciables aux grains. Le séchage revêt une importance particulière, notamment dans les climats chauds et humides, où les infrastructures nécessaires ne sont pas toujours disponibles (Kossou & Aho, 1993). Plusieurs méthodes de séchage sont utilisées, parmi lesquelles le séchage au soleil et le séchage mécanique. Il est essentiel de réduire l'humidité du riz à un niveau compris entre 12% et 14% après la récolte pour garantir une conservation optimale (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).



Photo ATCHOHOUNDO 2022 : Séchage du riz au champ après récolte à Wékéhonou, Arrondissement d'Akassato dans la Commune d'Abomey - Calavi



Photo ATCHOHOUNDO 2022 : Riz paddy après battage et prêt pour le vannage à Wékéhonou, Arrondissement d'Akassato dans la Commune d'Abomey - Calavi

2.4.4. Traitement thermique

Le traitement thermique est une méthode employée pour éliminer les insectes et les larves qui pourraient être présents dans le riz. Cette technique implique l'exposition du riz à une chaleur contrôlée pour éradiquer les organismes nuisibles. Une méthode courante est le traitement à l'eau chaude (Akissoé et al., 2009).

2.4.5. Le stockage

Le stockage est le processus d'entreposage des grains ou des denrées agricoles dans des installations conçues à cet effet. Il s'agit de la conservation de produits agricoles pour une période déterminée, en respectant des normes et des pratiques qui assurent leur préservation. Le stockage est la phase où les produits sont physiquement détenus en prévision d'une utilisation future (Bailey et al., 2009).

2.4.6. Le conditionnement

Le conditionnement comprend l'ensemble des opérations de post-récolte visant à préserver la qualité des récoltes et à améliorer la qualité des produits avant leur mise sur le marché. Pendant cette étape intermédiaire, il est crucial de maîtriser les risques de détérioration et de contamination sanitaire. Le conditionnement détermine également le pourcentage d'humidité normale pour chaque matière sèche. Il englobe les méthodes et les moyens permettant de protéger le produit en vue de faciliter sa vente (Bailey et al., 2009).

2.4.7. La conservation

La conservation englobe l'ensemble des procédés visant à maintenir la qualité d'un produit en le préservant des altérations et des défauts qui pourraient le rendre inapproprié à la consommation. Il s'agit de toutes les opérations qui permettent de garder un produit dans un état aussi proche que possible de son état initial. Dans le contexte du riz, la conservation implique le stockage du produit de manière à préserver autant que possible sa quantité et sa qualité. Il est important de faire la distinction entre les termes "stockage" et "conservation", bien que ces deux concepts soient interdépendants. Le stockage se réfère à la phase d'entreposage des produits, tandis que la conservation englobe l'ensemble des opérations visant à maintenir la qualité du produit pendant cette phase. Le stockage doit être réalisé conformément à des normes spécifiques pour assurer une conservation optimale (Ziegler et al., 2021).

2.5. Méthodes de conservation des grains de riz paddy

Les graines de riz paddy sont conservées dans des conditions sèches. Au Bénin, le riz paddy est généralement conditionné dans des sacs en jute ou en polypropylène. Une méthode de

conservation couramment utilisée est le stockage en vrac, qui implique de conserver le riz dans des silos, des greniers ou des entrepôts bien ventilés. Cette technique permet de protéger le riz contre les insectes et les moisissures grâce à un système adéquat de ventilation et de protection contre l'humidité (Cruz & Vaitilingom, 1997). Certains agriculteurs au Bénin ont recours à des pesticides naturels pour préserver le riz des insectes et des parasites. Par exemple, l'utilisation de feuilles de Neem (*Azadirachta indica*) a été signalée comme une méthode efficace pour lutter contre les insectes nuisibles (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006). Cette approche permet de maintenir la qualité du riz paddy pendant le stockage en minimisant les risques liés aux infestations et aux détériorations causées par les insectes et les moisissures.

III. MATERIEL ET METHODES

3.1. Milieu d'étude et Matériel

L'étude a été menée dans trois communes situées dans la région sud du Bénin, à savoir les communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê. Chacune de ces communes présente des caractéristiques géographiques, climatiques et socio-économiques qui les distinguent. La commune de Zê est localisée dans le département de l'Atlantique, dans le sud-ouest du Bénin. Elle se situe à une latitude de 6° 42' 52" Nord et une longitude de 2° 03' 57" Est. Géographiquement, Zê est bordée par les communes d'Allada à l'Ouest et de Tori-Bossito à l'Est (Figure 2). Elle est traversée par la rivière Zou et possède des terres propices à l'agriculture. La commune de Zê bénéficie d'un climat de type tropical, caractérisé par des températures élevées tout au long de l'année et des précipitations abondantes, avec une saison des pluies s'étendant de mars à novembre. Ces conditions climatiques favorisent la culture du riz, qui est l'une des principales activités agricoles de la commune. Les sols fertiles et la disponibilité de l'eau sont des atouts pour la production de riz dans cette région. La commune d'Allada est également située dans le département de l'Atlantique, au sud du Bénin. Elle est limitrophe des communes de Zê à l'Est, de Toffo au Nord et de Tori-Bossito à l'Ouest. Géographiquement, Allada se trouve à une latitude de 6° 39' 35" Nord et une longitude de 2° 10' 17" Est. Le climat d'Allada est similaire à celui de Zê, avec des températures élevées et une saison des pluies marquée. La commune est principalement rurale, avec une économie axée sur l'agriculture. Outre la culture du riz, Allada est également connue pour la production d'autres cultures vivrières telles que le maïs, le manioc et les légumes. Les agriculteurs de la commune utilisent différentes méthodes de production, allant des exploitations familiales aux coopératives agricoles. (PDC4 Abomey-Calavi, Allada et Zê)

Le matériel utilisé dans le cadre de cette étude se présente comme suit :

- Une fiche d'enquête (questionnaire) qui est adressée à la population cible pour recueillir les informations nécessaires,
- Un smartphone Blackview BV900 qui a servi à prendre des vues de terrains afin d'illustrer les résultats de l'étude,
- Une moto PABLO PB 125 – 12 pour le déplacement entre les sites à travers les Communes d'étude et
- Un ordinateur HP Core I 7 10^{ème} Génération, sur lequel il est installé des logiciels de traitement de données

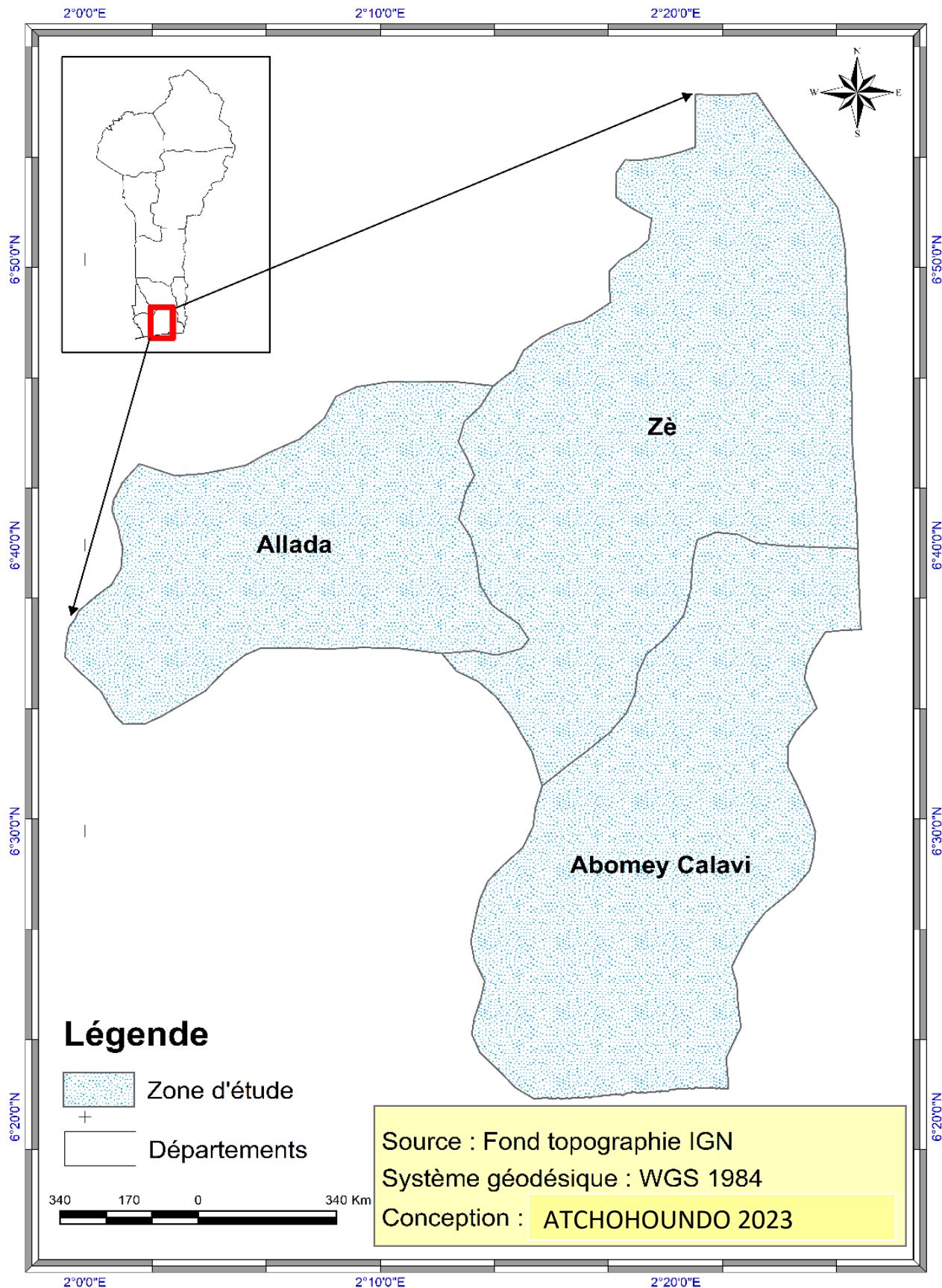


Figure 2 : Carte de la situation géographique des Communes d'étude

3.2. Méthodes

3.2.1. Prospection sur le terrain pour la localisation des champs

La sélection des enquêtés s'est faite de façon aléatoire et simple. Des entretiens ont eu lieu avec les Chefs Cellules Communales (CCeC) de l'Agence Territoriale de Développement Agricole 7 (ATDA 7) de chacune de ces Communes afin d'obtenir une base de données comportant les noms et les contacts des producteurs en général, transformateurs et les agrégateurs de clusters du Riz. La détermination du nombre d'enquêtés a alors été faite en utilisant la formule de Dagnelie (Dagnelie, 1998) :

$$n = U_{1-\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{d^2}$$

où n représente la taille de l'échantillon global ; $U_{1-\alpha/2}$ est la valeur du réduit centré de la distribution normale pour un degré de confiance de 95% et correspond à 1,96 ; p est la proportion des producteurs du riz des Communes (21%) ; d est l'erreur marginale. A partir de la liste obtenue, environ 5,3%, 8,2% et 4,4% des producteurs cultivent le riz dans les Communes de Zê, d'Allada et d'Abomey-Calavi, respectivement. Ainsi, pour une marge d'erreur de 8%, environ 30, 45 et 25 producteurs ont été sélectionnées et interviewées dans ces trois (03) communes en fonction de leur concentration par Commune et de leur consentement libre à participer à l'enquête.

Au total, 100 producteurs du Riz (effectivement en activité) dans les trois Communes (Abomey-Calavi, Allada et Zê) dans le département de l'Atlantique ont été donc sélectionnées et prospectés. Deux (02) agrégateurs de cluster et deux (02) transformateurs du riz ont été également prospectés. Donc, au total 104 personnes ont été sélectionnées au hasard dans ces Communes. Ces producteurs ont été visités sur une période allant du 15 Mai au 05 Juin 2023. La répartition des producteurs enquêtés par Commune est présentée dans le tableau I.

Tableau I : Répartition des producteurs enquêtés par Commune

Commune	Zê	Allada	Abomey-Calavi	Total
Nombre d'enquêtés	30	45	25	100

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

3.2.2. Collecte des données

L'opération consistait à collecter des données sociodémographiques et des données relatives aux méthodes de stockage de riz auprès des producteurs. Les zones couvertes par cette opération ont été les villages. Les données ont été collectées par des entretiens individuels avec des producteurs de riz à l'aide d'un questionnaire. Le questionnaire a été digitalisé sur Kobotoolbox et les données ont été collectées grâce à l'application Kobocollect afin d'obtenir des données de qualité, épurées

et prêtées à l'analyse. Ce qui a permis d'obtenir au total, des données sur 100 producteurs, 2 agrégateurs de cluster et 2 transformateurs de riz correspondant ainsi au nombre de personnes enquêtées.

3.2.3. Analyse des données

Sur la base des données collectées, nous avons effectué des statistiques descriptives des fréquences absolues des critères de perception liés aux méthodes de stockage par les enquêtés afin de procéder à un classement. Pour chaque critère considéré (groupe socio-ethnique, âge, sexe et groupe socio-économique), un tableau de contingence présentant la fréquence relative de choix des différentes perceptions de variabilité de méthodes de stockage selon les modalités du critère a été établi. Une analyse de variance (ANOVA), suivie du test de Tukey a été effectuée sur la quantité de riz paddy produite par les producteurs afin de tester sa variation par Commune. L'analyse par radar chat a été employée pour évaluer l'efficacité des méthodes de conservation du riz paddy. Les analyses des données et visualisations ont été faites à l'aide du logiciel R 4.1.3 (R Core Team, 2022) et du Microsoft Excel 2016.

IV. RESULTATS

4.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

4.1.1. Répartition des riziculteurs par Commune selon le sexe

Les cibles touchées lors de l'enquête sont les hommes et les femmes des différentes Communes parcourues. La proportion des hommes enquêtés (73,38%) est supérieure à celle des femmes (27,62%) dans toutes les Communes considérées (Figure 3).

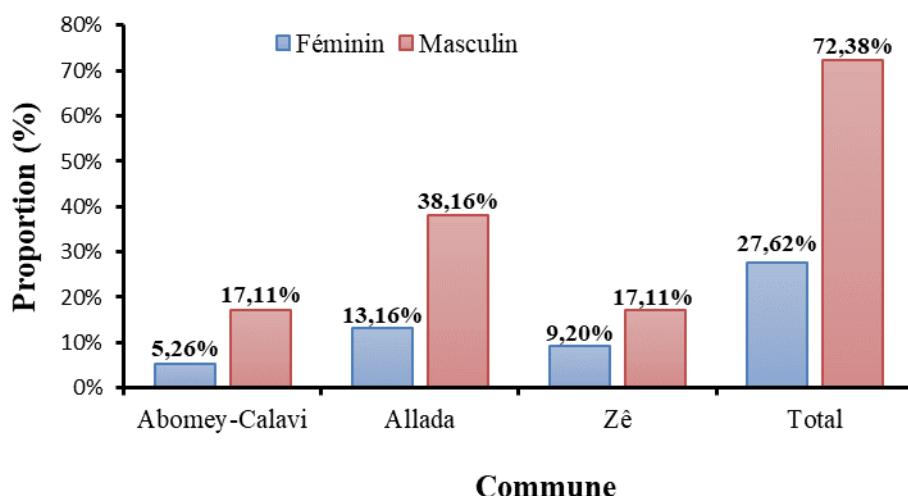


Figure 3 : Répartition des riziculteurs par Commune selon le sexe

4.1.2. Répartition des producteurs de riz par Commune selon la tranche d'âge

La figure 4 montre qu'environ un huitième (13,16%) des enquêtés sont des personnes âgées et 19,74% sont des jeunes, alors que plus de la moitié (67,10%) sont des adultes. Le fait que les adultes sont plus touchés s'explique par leur intérêt pour la filière riz et leur disponibilité afin que les agents enquêteurs renseignent toutes les informations. On note une différence de proportions entre les Communes suivant les catégories d'âge (Figure 4). En effet, les adultes (34,20%), jeunes (10,53%) et personnes âgées (6,58%) enquêtés de la Commune d'Allada sont plus représentés, suivis de la Commune de Zê (19,74%) pour les adultes et d'Abomey-Calavi pour les jeunes (5,26%) et personnes âgées (3,95%).

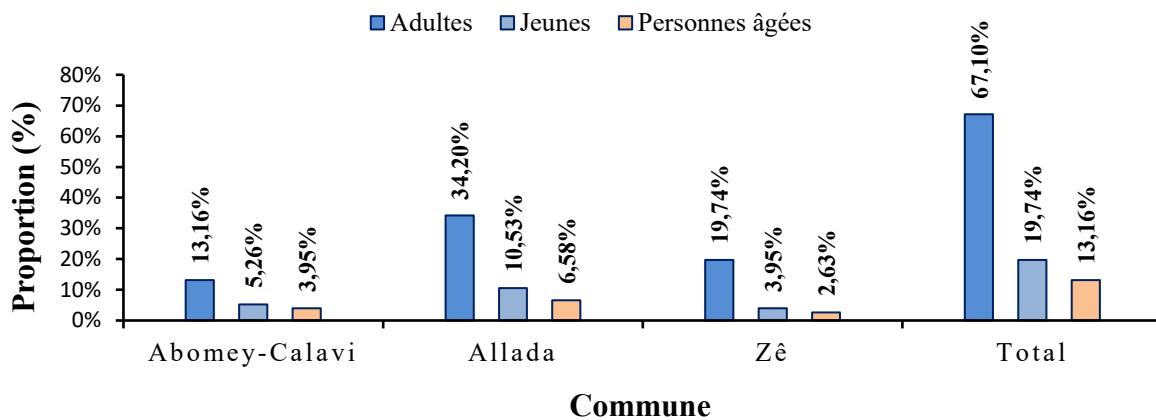


Figure 4 : Répartition des producteurs de riz par Commune selon la tranche d'âge

4.1.3. Années d'expérience et répartition des producteurs de riz selon le niveau d'instruction

Le tableau II présente la répartition des producteurs de riz en fonction de leur nombre d'années d'expérience et de leur niveau d'instruction dans différentes Communes (Abomey-Calavi, Allada, Zê). Les producteurs ont en moyenne 13 ± 8 , 9 ± 9 et 5 ± 4 ans d'expérience dans la production du riz dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê respectivement. Le niveau d'instruction des enquêtés est généralement bas dans tout le milieu d'étude. En effet, plus de 1/2 des personnes enquêtées sont des analphabètes, environ 1/3 ont le niveau primaire, et 3,27% ont le niveau universitaire comme en témoigne le tableau II.

Tableau II : Nombre d'années d'expérience et répartition des producteurs de riz selon le niveau d'instruction

Commune	Niveau d'instruction (%)				Années d'expérience (an)
	Analphabète	Primaire	Secondaire	Universitaire	
Abomey-Calavi	7,89	5,26	3,89	1,32	13 ± 8
Allada	23,84	19,74	4,11	0,63	9 ± 9
Zê	11,84	7,89	2,26	1,32	5 ± 4
Total	53,57	32,89	10,26	3,27	-

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

4.1.4. Appartenance à une Organisation Paysanne Agricole de riz

La figure 5 montre la répartition des producteurs en fonction de leur appartenance ou non à un groupement de producteurs. Dans l'ensemble, une grande majorité des producteurs (93,42%) dans les trois Communes sont membres de groupements de producteurs, ce qui peut indiquer une

forte collaboration et une coordination entre les agriculteurs pour améliorer leurs pratiques agricoles et leurs conditions de vie. En revanche, 6,59% des producteurs ne sont pas membres d'un groupement de producteurs.

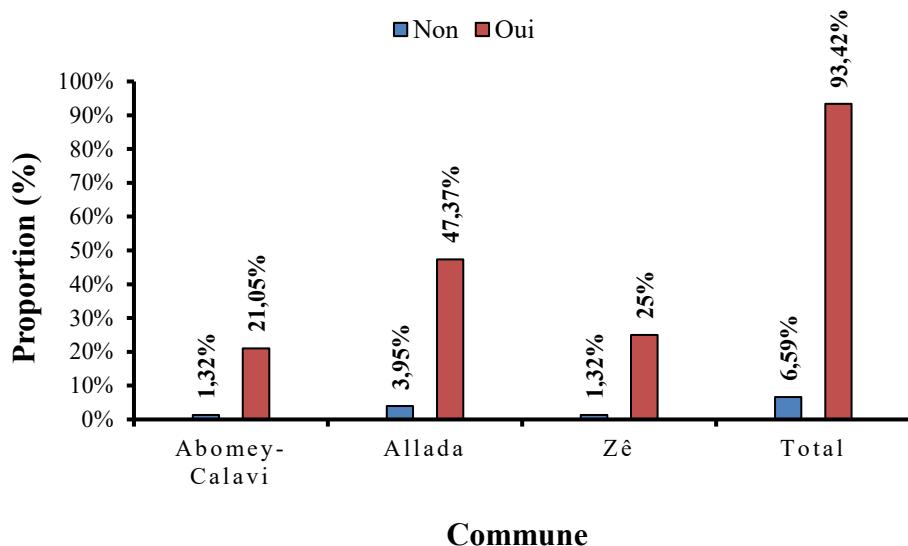


Figure 5 : Proportion des producteurs appartenant à une Organisation Paysanne Agricole

4.2. Production du riz paddy

4.2.1. Type de riziculture

La figure 6 présente les types de riziculture pratiqués dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê. Trois (03) types de riziculture sont pratiqués dans ces Communes. La riziculture de bas-fonds est pratiquée dans les zones de bas-fonds, qui sont des zones généralement situées en bas de pentes où l'eau s'accumule naturellement, créant des conditions propices à la culture du riz, tandis que la riziculture pluviale dépend principalement de la pluie naturelle pour l'approvisionnement en eau des cultures, sans utilisation d'irrigation artificielle. La riziculture irriguée consiste à fournir de l'eau artificiellement aux cultures de riz, généralement à l'aide de systèmes d'irrigation tels que les canaux. Dans l'ensemble, la riziculture dans les bas-fonds est la plus courante (66,16%), suivie de près par la riziculture pluviale (20%), tandis que la riziculture irriguée est moins fréquemment pratiquée (13,84%) dans cette région (Figure 6).

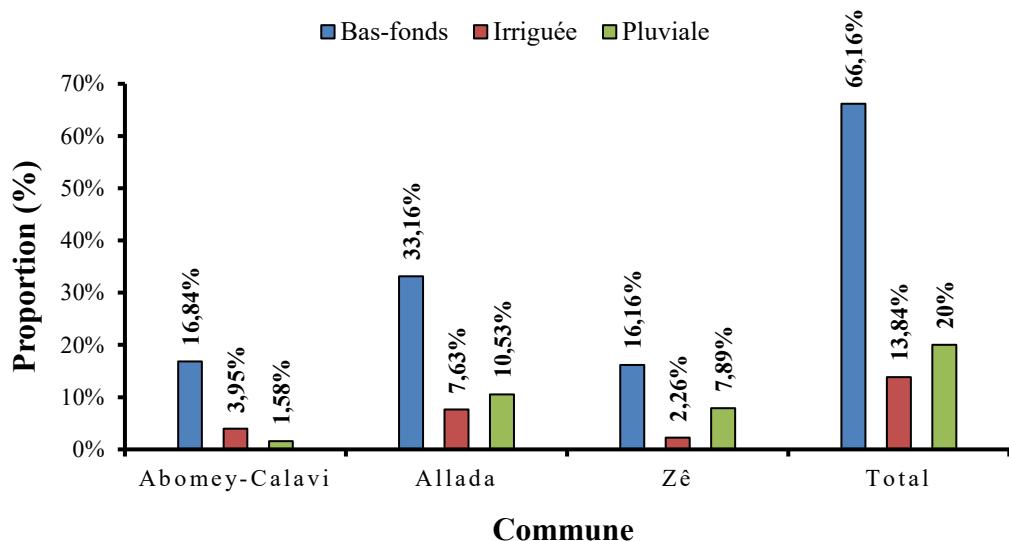


Figure 6 : Type de riziculture selon la Commune

4.2.2. Acquisition des terres cultivées

Le tableau III présente le mode d'acquisition des terres cultivées dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê. Dans l'ensemble des trois Communes, le mode d'acquisition le plus courant des terres cultivées semble être par héritage (38,16%), suivi par l'achat avec 27,63%. Les autres modes d'acquisition, tels que don, location et métayage, représentent des proportions moins importantes dans l'ensemble.

Tableau III : Mode d'acquisition des terres cultivées par Commune

Commune	Achat	Don	Héritage	Location	Métayage
Abomey-Calavi	3,95%	1,32%	11,84%	3,95%	1,32%
Allada	11,84%	10,53%	17,11%	2,62%	9,20%
Zê	11,84%	1,32%	9,21%	3,95%	0%
Total	27,63%	13,17%	38,16%	10,52%	10,52%

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

4.2.3. Superficie des exploitations agricoles

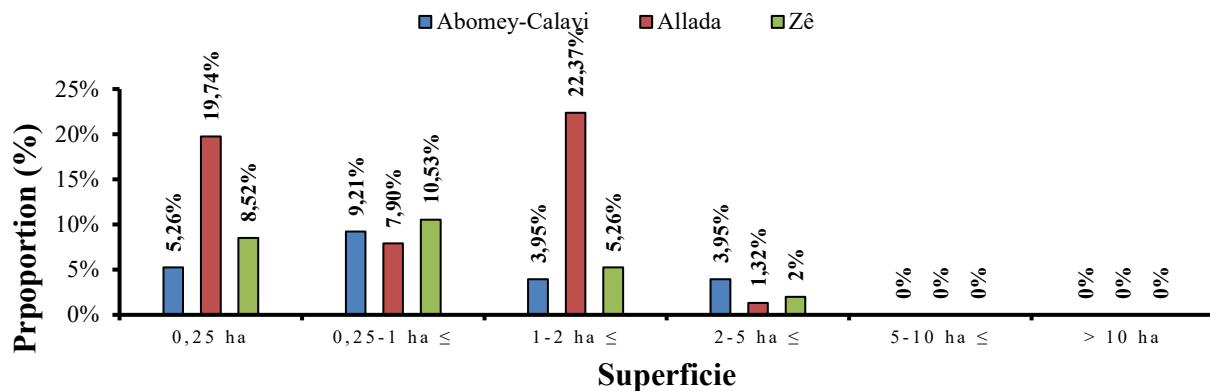


Figure 7 : Taille des exploitations des producteurs par Commune

La figure 7 présente la répartition des exploitations agricoles en fonction de leur superficie dans les différentes Communes. L'analyse de cette figure montre que les superficies moyennes de production du riz varient d'une Commune à une autre. La plage de superficie la plus élevée rapportée dans les Communes d'Abomey-Calavi et de Zê est $0,25-1 \text{ ha} \leq$ avec des proportions respectives de 9,21% et 10,53% des exploitations agricoles, tandis que celle la plus élevée rapportée dans la Commune d'Allada est $1-2 \text{ ha} \leq$ avec une proportion de 22,37% des exploitations agricoles. De plus, Allada avait une plus grande proportion d'exploitations agricoles de 0,25 ha (19,74%) et dans la plage de 1 à 2 ha (22,37%) par rapport aux autres Communes. Cependant, il est important de noter qu'il n'y avait pas d'exploitations agricoles de plus de 5 ha dans aucune des Communes.

4.2.4. Récolte, séchage, battage et transport du riz du bord champ au lieu de stockage/conservation

Tableau IV : Mode de récolte, de battage, et de transport du riz du bord champ au lieu de stockage/conservation par Commune

Commune	Mode de récolte (%)		Type de battage (%)		Mode de transport (%)			
	Manuel	Mécanisé	Manuel	Mécanisé	Camionnette/ Camion	Tricycle	Moto	Charrette
Abomey-Calavi	22,36	0	17,89	4,47	7,91	21,06	17,11	3,95
Allada	51,32	0	43,68	7,64	9,22	50,01	30,27	6,59
Zê	26,32	0	18,4	7,89	6,58	21,05	11,84	3,95
Total	100	0	80	20	23,71	92,12	59,22	14,49

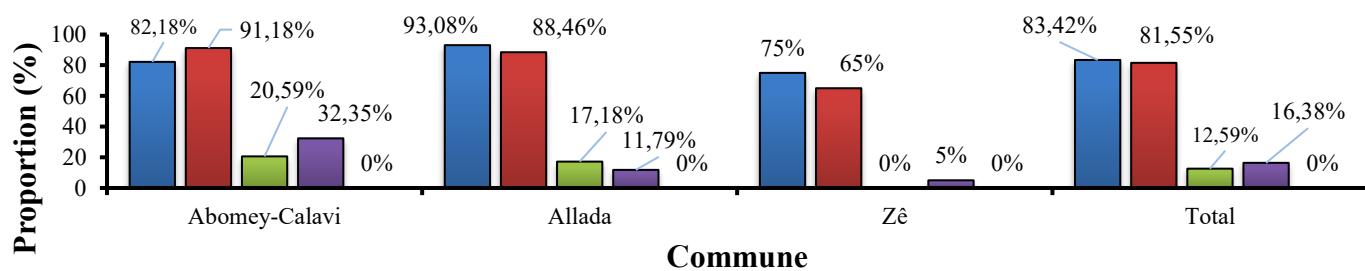
Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

Le tableau IV présente les modes de récolte, de battage et de transport du riz du bord du champ au lieu de stockage/conservation, ventilés par Commune (Abomey-Calavi, Allada, Zê). En effet, la récolte des panicules de riz se fait manuellement par les riziculteurs (100%) à l'aide des

faucilles ou des coupe-coupe tranchants. Elle a eu lieu à maturité, lorsque les ¾ des grains de paddy sur les panicules ont la couleur jaunâtre. Il n'y a pas de récolte mécanisée dans les milieux parcourus.

Le battage est effectué soit traditionnellement (80%) ou mécaniquement (20%) à l'aide des batteuses motorisées (Tableau IV). La méthode traditionnelle consiste à battre manuellement les panicules en botte de paddy contre un tonneau métallique ou plastique ou toute autre surface solide afin de séparer les grains de riz paddy des pailles. Deux (02) personnes sont nécessaires pour le battage de riz à l'aide de batteuse motorisée. L'une, l'opératrice principale, alimente la machine et la seconde personne apporte les bottes de panicules de riz à l'opératrice. Après le battage, le riz est vanné. La méthode la plus simple de nettoyage, appelée aussi "vannage", consiste à lancer les grains en l'air et à laisser le vent emporter les impuretés les plus légères. Les modes de transport du riz paddy du champ au lieu de stockage/conservation varient, avec des pourcentages élevés pour les tricycles (92,12%) et les motos (59,22%).

Les deux modes de séchages les plus utilisés après la récolte par les producteurs ont été le séchage traditionnel sur bâche dans la parcelle (83,42%) et sur plastique noir dans la parcelle (81,55%) (Figure 8). Le séchage traditionnel au soleil consiste à sécher sur bâche ou plastique, le riz paddy uniquement au soleil jusqu'à atteindre un taux d'humidité de 12% à 16%. 10,26% des producteurs d'Abomey-Calavi, 33,42% d'Allada et 16,58% de Zê optent pour une durée de séchage de 4 à 5 jours après récolte. Au total, 60,26% des producteurs rapportent cette durée (Tableau V). Cela semble être la durée de séchage la plus populaire après la récolte pour les producteurs. Cependant, autres facteurs tels que les conditions climatiques locales et les pratiques agricoles spécifiques influencent également la durée de séchage appropriée dans une région donnée.



■ Sur bâche dans la parcelle ■ Sur plastique noir dans la parcelle ■ Sur terrasse au village ■ Sur bâche au village ■ Au moulin

Figure 8 : Mode de séchage du riz paddy après la récolte selon la Commune

Le mode de séchage après vannage qui semble être le plus adéquat dans chaque commune et de façon générale est le séchage au soleil sur bâche au village (80,52%). Certains producteurs

(19,48%) sèchent leur riz vanné au soleil sur terrasse au village (Figure 9). Cependant, il est important de noter que les pratiques de séchage varient en fonction des conditions locales et des préférences des producteurs. De plus, la durée la plus couramment choisie est entre 2 et 4 jours, avec un pourcentage total de 50% (Tableau 5). C'est la durée de séchage la plus fréquemment rapportée après vannage.

Tableau V : Durée de séchage du riz paddy après récolte et vannage

	Abomey-Calavi	Allada	Zé	Total
Durée de séchage après récolte				
24 heures	0%	0%	0%	0%
Entre 2 et 4 jours	2,21%	7,63%	3,79%	13,63%
4 à 5 jours	10,26%	33,42%	16,58%	60,26%
Plus de 5 jours	9,89%	10,26%	5,96%	26,11%
Durée de séchage après vannage				
24 heures	0%	1,32%	1,32%	2,64%
Entre 2 et 4 jours	7,89%	28,95%	13,16%	50%
4 à 5 jours	9,21%	15,79%	7,89%	32,89%
Plus de 5 jours	5,26%	5,26%	3,95%	14,47%

Source : ATCHOHOOUNDO, résultat de terrain (2023)

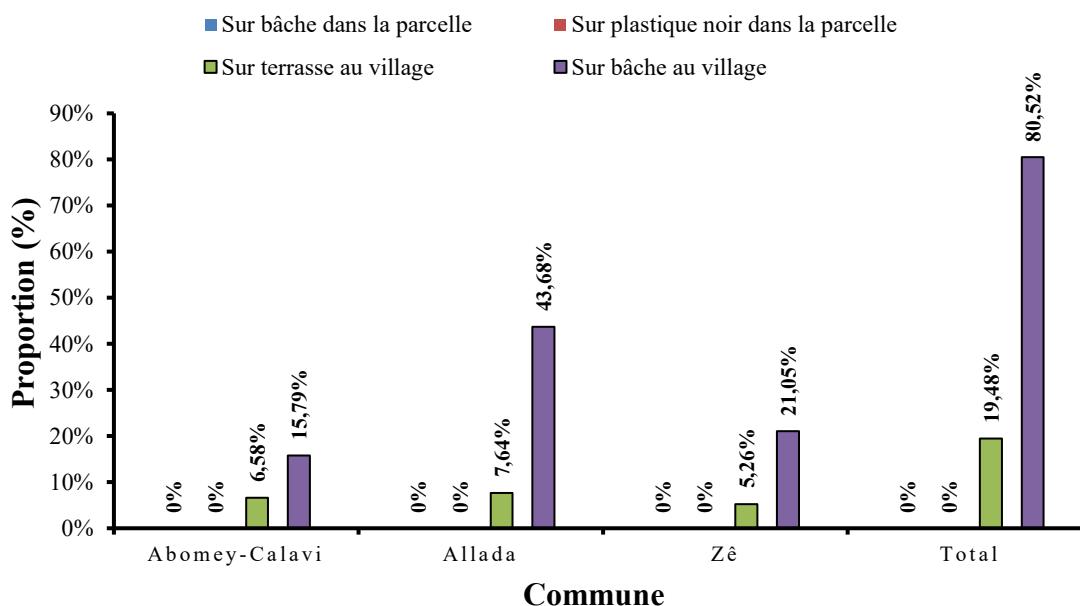


Figure 9 : Mode de séchage du riz paddy après vannage selon la Commune

Le tableau VI présente les quantités moyennes de riz paddy produites par les producteurs des trois Communes parcourues. L'analyse de ce tableau montre qu'il y a une différence statistiquement significative ($p\text{-value} < 0,05$) entre les quantités moyennes de riz produites par Commune. En effet, les producteurs de la Commune d'Allada produisent en moyenne plus

Evaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê

($1675 \pm 1029,9$ kg) de riz paddy lors de la dernière campagne agricole que ceux d'Abomey-Calavi ($1567 \pm 1659,77$ kg) et de Zê ($483,65 \pm 472,24$ kg).

Tableau VI : Variation de la quantité moyenne de riz paddy produite lors de la dernière campagne agricole par Commune

Commune	Moyenne \pm écart-type de la quantité de riz produite
Allada	$1675 \pm 1029,9$ a
Abomey-Calavi	$1567 \pm 1659,77$ a
Zê	$483,65 \pm 472,24$ b
<i>P-value = 0,000611***</i>	

Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

4.3. Description et évaluation des méthodes de conservation utilisées dans les Communes

4.3.1. Méthodes de stockage et conservation selon la Commune

Le riz paddy est emballé dans des sacs en polypropylène ou jute. La conservation du riz paddy dans les entrepôts ou magasins a été la plus rapportée dans les Communes d'Abomey-Calavi (100%) et de Zê (65%), suivie de près par la conservation dans les greniers traditionnels (58,82% et 45% respectivement). En revanche, le riz paddy est plus conservé (84,62%) dans les greniers traditionnels, suivis des entrepôts ou magasins (53,85%) à Allada (Figure 10). Les silos hermétiques n'ont pas été cités dans ces Communes. Les structures de stockage en terre ont été peu citées (17,65% à Abomey-Calavi, 12,82% à Allada et 15% à Zê) pour la conservation du riz paddy. Ainsi, les méthodes de conservations les plus utilisées dans les trois Communes ont été les entrepôts ou magasins et les greniers traditionnels.

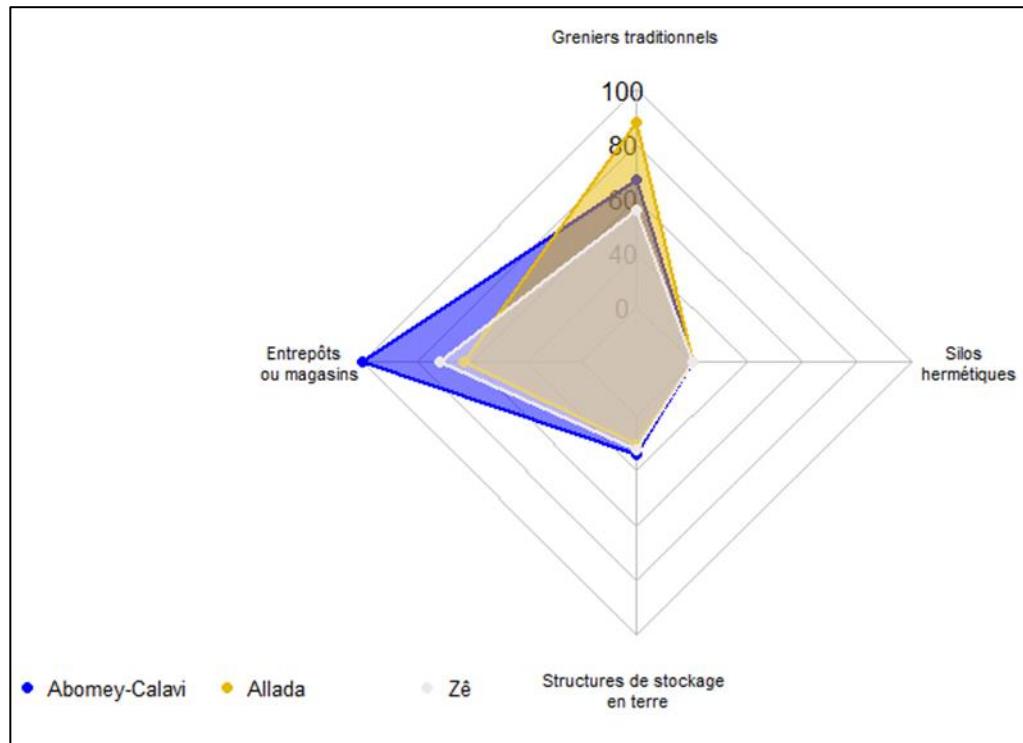


Figure 10 : Diagramme en radar décrivant les méthodes de conservation rapportées par Commune

Chaque méthode de conservation présente des avantages et des inconvénients spécifiques en fonction des ressources disponibles, des conditions environnementales et des besoins des producteurs. Les structures de stockage en terre sont une méthode de stockage traditionnelle qui offre des avantages économiques et de protection contre les ravageurs et les intempéries (Tableau VII). Cependant, elles ont des limites en termes de capacité, de vulnérabilité aux inondations et de contrôle environnemental par rapport aux méthodes de stockage modernes (entrepôts ou magasins).

Tableau VII : Description, avantages et limites des méthodes de conservation

Méthodes de conservation	Description	Avantages	Limites
Greniers traditionnels	Les greniers traditionnels en bois sont souvent utilisés pour le stockage du riz paddy. Ils offrent une protection contre les nuisibles et aident à maintenir une température et une humidité relativement stables.	<ul style="list-style-type: none"> - Offrent une protection contre les nuisibles et les ravageurs. - Aident à maintenir une température et une humidité relativement stables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de détérioration du bois et nécessité d'entretien régulier. - Manque de contrôle précis sur la température et l'humidité. - Risque de contamination si le

	maintenir une température et une humidité appropriées.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de matériaux locaux disponibles. - Peuvent être adaptés aux conditions locales. 	grenier n'est pas correctement nettoyé.
Entrepôts ou magasins de stockage	Les entrepôts ou magasins de stockage sont des structures spécialement conçues pour la conservation des grains. Ils offrent une protection contre les intempéries, les nuisibles et les vols.	<ul style="list-style-type: none"> - Offrent une protection contre les intempéries, les ravageurs et les vols. - Peuvent être utilisés pour le stockage de grandes quantités de riz paddy. - Permettent un contrôle plus facile de la température et de l'humidité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût initial plus élevé pour la construction ou la location d'un entrepôt. - Besoin d'un espace suffisant pour construire ou accéder à l'entrepôt. - Nécessitent une gestion et une surveillance régulières.
Structures de stockage en terre	Elles sont également connues sous le nom de « fosse à grains ». Ce sont des méthodes traditionnelles de stockage des récoltes en utilisant une excavation creusée dans le sol. Elles offrent une isolation naturelle et sont adaptées aux conditions locales.	<ul style="list-style-type: none"> - Coût de construction réduit. - Protection contre les ravageurs. - Protection contre les intempéries telles que la pluie et le soleil, ce qui aide à préserver la qualité des récoltes stockées. - Isolation thermique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de stockage limitée. - Vulnérabilité aux inondations. - Manque de contrôle environnemental, ce qui peut affecter la qualité des récoltes stockées.

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

4.3.2. Durée de conservation par méthode

La figure 11 présente les proportions de producteurs de riz qui utilisent différentes méthodes de stockage/conservation pour le riz paddy, en fonction de la durée de conservation. En effet,

26,27% et 35,27% des producteurs avaient respectivement déclaré que les greniers traditionnels et les entrepôts ou magasins permettent de conserver le riz paddy sur une durée de 4 à 6 mois. Cependant, peu de producteurs (5,27%) avaient déclaré une durée de conservation de 4 à 6 mois pour les structures en terre (Figure 11). De plus, les entrepôts permettent parfois de conservation le riz paddy jusqu'à un ou plus d'un an selon les conditions d'entreposage et les précautions prises pour prévenir la moisissure et les infestations d'insectes.

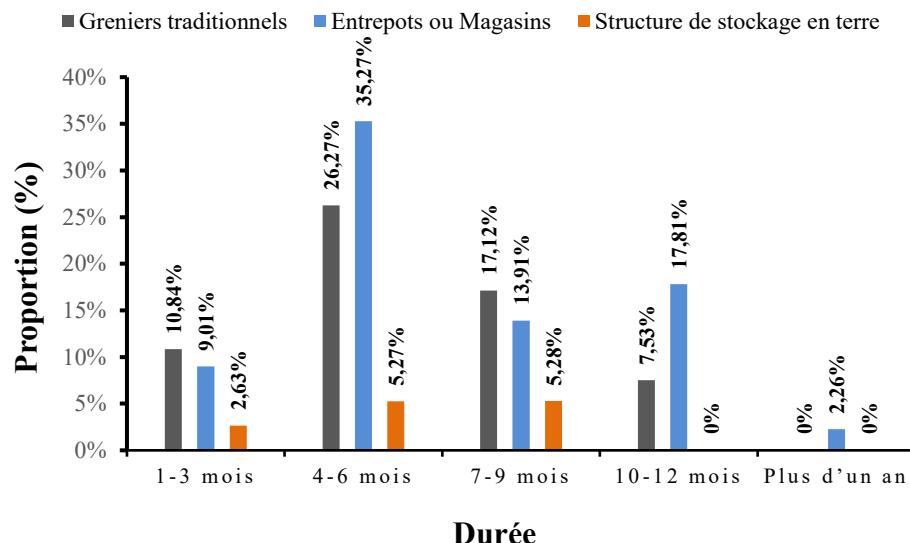


Figure 11 : Durée de conservation du riz paddy selon la méthode de stockage/conservation

4.3.3. Contraintes liées à la conservation du riz paddy

La conservation du riz paddy, également connu sous le nom de riz non décortiqué, présente diverses difficultés et contraintes en raison de sa nature et de sa sensibilité aux facteurs environnementaux. Toutes les personnes enquêtées des trois Communes avaient déclaré l'attaque des ravageurs dont les insectes et les rongeurs comme la contrainte majeure de la conservation du riz paddy, suivie de la perte du poids du riz (99,48%), qui entraîne des pertes économiques (Figure 12). Il y a également les contraintes comme la durée de conservation limitée (98%), généralement d'environ 6 à 12 mois, en fonction des conditions de stockage ; la détérioration de la qualité du riz par la croissance de moisissures et de bactéries (88%) et les difficultés liées à des infrastructures de stockage inadéquates (76,08%). Les entrepôts et les silos de stockage appropriés sont coûteux à construire et à entretenir.

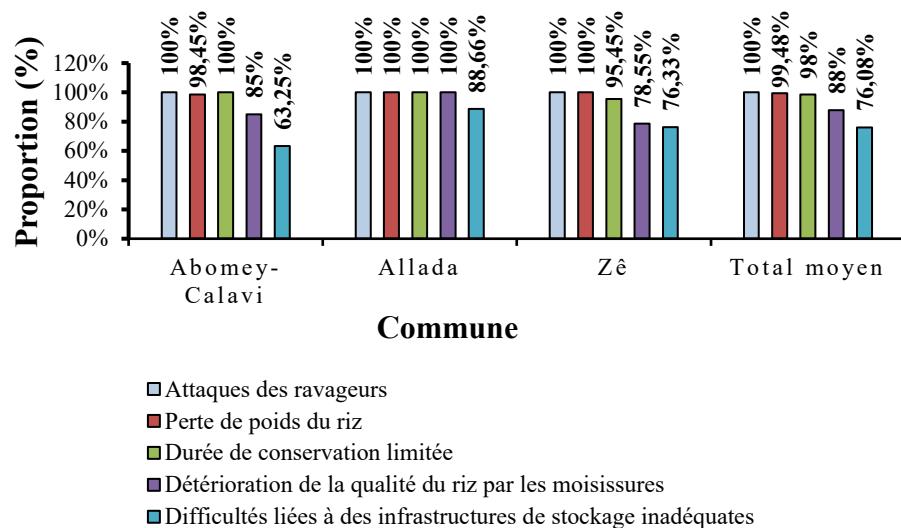


Figure 12 : Priorisation des contraintes liées à la conservation du riz paddy

4.3.4. Ravageurs de stock du riz et moyens de lutte

Les moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* sont connues pour être des contaminants des produits agricoles et/ou pour leur capacité à produire des métabolites secondaires toxiques. La contamination fongique des denrées alimentaires, destinées à l'homme ou à l'animal, est rapportée être le principal dommage entraînant de nombreux problèmes. Les agents de détérioration des stocks les plus importants sont les insectes (95%), les rongeurs (88%) et les champignons (48%). Le tableau VIII suivant montre les principaux ennemis, leur proportion de citation, leurs dégâts sur les stocks et les moyens de lutte.

Tableau VIII : Principaux ennemis, dégâts sur les stocks et moyens de lutte

Principaux ennemis	Proportion de citation (%)	Dégâts sur les stocks	Moyens de lutte
Moisissures et champignons	48	<ul style="list-style-type: none"> - Les moisissures et les champignons se développent dans des conditions d'humidité élevée. - Ils entraînent la pourriture des grains. - A la longue, les grains stockés se fermentent et dégagent une odeur forte. - Ils deviennent imprépropres à la consommation. - Les moisissures秘ètent des mycotoxines (aflatoxines) 	<ul style="list-style-type: none"> - Séchage correct du riz paddy (12% d'humidité) avant le stockage et maintenir une ventilation adéquate dans les lieux de stockage ; - Utilisation de fongicides.

		surtout) qui sont indestructibles et responsables de maladies incurables chez l'Homme.	
Insectes	95	<p>Le charançon du riz (<i>Sitophilus oryzae</i>), les mites des grains (<i>Sitotroga cerealella</i>) et les coléoptères des grains (<i>Tribolium spp.</i>) causent des dommages importants aux stocks de riz paddy :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Destruction physique des grains ; - Altération de la qualité marchande ; - Diminution de la qualité nutritionnelle ; - Diminution de la faculté germinative ; - Développement d'odeurs désagréables ; - Augmentation de la concentration des poussières organiques ; - Dissémination des micro-organismes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des insecticides (fumigants) pour le traitement des grains stockés ; - Nettoyage soigneux des lieux de stockage et garder une hygiène stricte ; - Maintien d'une température et d'une humidité adéquates pour prévenir leur développement des insectes.
Rongeurs	88	<p>Les rats et les souris endommagent les stocks du riz :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consomment les grains de riz ; - Dépriment les grains stockés et les lieux de stockage par les urines, excréments et poils ; - Véhiculent des maladies et des puces. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien des lieux de stockage propres et exempts de débris alimentaires ; - Utilisation des pièges à rats ou des appâts empoisonnés pour les contrôler ; - Les chats domestiques sont également utilisés comme méthode naturelle de contrôle des rongeurs.

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

Les dégâts des ravageurs varient en fonction des méthodes de conservation du riz paddy (Figure 13). Les moisissures et champignons sont particulièrement plus préjudiciables dans les structures de stockage en terre (75,50%), tandis que les insectes ont un impact significatif dans les entrepôts

ou magasins (12,50%). Les entrepôts ou magasins montrent des dégâts de 5,33% causés par les moisissures et champignons, 12,50% causés par les insectes, et 6,25% causés par les rongeurs. Par ailleurs, les greniers traditionnels présentent des dégâts de 39,24% causés par les moisissures et champignons, 20,54% causés par les insectes, et 35,50% causés par les rongeurs.

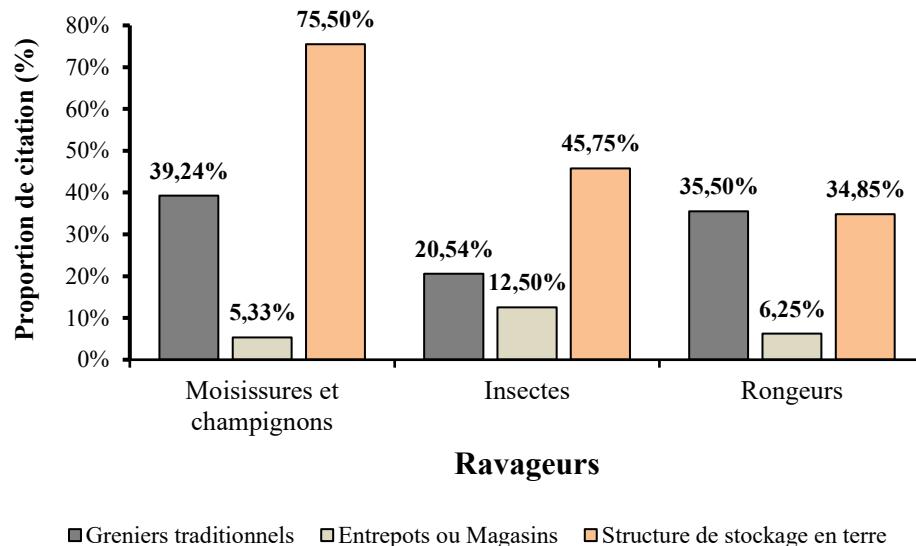


Figure 13 : Dégâts des ravageurs de stock de riz en relation avec les méthodes de conservation

Quelques détails sur les insectes de stock de riz identifiés

Sitophilus oryzae

Le *Sitophilus oryzae* (charançon du riz) est un insecte nuisible très connu des denrées stockées, notamment des céréales comme le riz.

► Détails scientifiques

Nom scientifique : *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763)

Famille : Curculionidae

Ordre : Coleoptera (coléoptères)

Nom commun : Charançon du riz

Taille : 2 à 3,5 mm

Couleur : Brun foncé à noir, avec parfois des taches rougeâtres sur les élytres

► Cycle biologique

Oeufs : La femelle pond jusqu'à 400 œufs dans les grains de riz ou autres céréales.

Larves : Elles se développent à l'intérieur du grain, se nourrissant de l'amidon.

Nymphe : Le développement se poursuit toujours à l'intérieur du grain.

Adulte : Sort du grain en perçant un trou visible.

Durée du cycle : environ 26 à 30 jours à 27–30 °C, avec une forte dépendance à la température et l'humidité.

► ***Conditions favorables***

Température optimale : 25–32 °C

Humidité relative : > 60 %

Durée de vie : 3 à 6 mois en moyenne (parfois plus selon les conditions)

(Toffa et al, 2021)

► ***Dommages***

Perforation des grains : Les adultes creusent un trou dans le grain pour y pondre ; les larves s'y développent en se nourrissant de l'intérieur.

Perte de poids et de volume : Les grains attaqués perdent jusqu'à 30 à 60 % de leur poids selon la durée d'infestation.

Chauffage du grain : L'activité biologique des insectes provoque une élévation de température dans la masse stockée, favorisant la prolifération de moisissures.

Contamination du stock : Les déjections, mues et cadavres d'insectes rendent le grain impropre à la consommation humaine ou animale.

Altération de la qualité : Les grains deviennent farineux, cassants, avec une odeur désagréable ; ils perdent leur pouvoir germinatif.

Pertes économiques : Baisse du prix de vente, refus d'exportation ou de transformation industrielle. (Houessou et al. 2020)

Exemple visuel d'un grain attaqué :

A l'extérieur : petits trous visibles.

A l'intérieur : cavités creusées, grain presque creux.

► ***Que faire ?***

1. Prévention communautaire

Pour renforcer l'efficacité des méthodes de lutte traditionnelle, l'organisation communautaire joue un rôle capital :

a. Calendrier communautaire de récolte et de stockage

Favorise le séchage synchronisé et réduit les infestations croisées.

b. Construction de greniers traditionnels améliorés

Exemples : grenier en banco enduit de chaux ou d'argile fine. Ajouter un faux-plancher en bambou ou bois pour l'aération.

c. Sensibilisation communautaire

Formation sur les bons gestes de stockage et la création de comités de veille pour repérer les infestations précoces

2. Tests pratiques de terrain

Méthode	Objectif	Durée / Effet
Test du bocal (avec un grain suspect)	Voir s'il y a infestation	1-2 jours : charançons sortiront
Séchage au soleil + observation	Éliminer humidité + faire sortir les charançons	2 à 3 jours
Mélange avec poudre de neem ou cendres	Protection naturelle des grains	Effet immédiat et préventif
Stockage en pots hermétiques	Test de conservation sans charançon	Contrôle après 1 mois

Source : FAO 2013

Sitotroga cerealella (Teigne des grains)

► *Détails scientifiques*

Nom scientifique : Sitotroga cerealella (Olivier, 1789)

Famille : Gelechiidae

Ordre : Lepidoptera (Lépidoptères)

Nom commun : Teigne des grains, teigne du blé, moth of grain (anglais)

► *Caractéristiques biologiques*

Adulte : Papillon beige clair, de 6 à 10 mm d'envergure, nocturne.

Œufs : Pondus en surface des grains (blé, riz, maïs, sorgho, etc.)

Larves : Entrent dans le grain, creusent des galeries et le vident.

Nymphes : Se forme dans le grain ou autour.

Cycle complet : Environ 30 jours à 25–30 °C.

► *Conditions favorables*

Température optimale : 25–35 °C

Humidité relative : > 70 %

► *Dommages causés*

- Les larves détruisent l'intérieur des grains → perte de poids
- Présence de soies et cocons → souillure, odeur
- Réduction de la germination → perte pour semences

- Favorise les moisissures

► **Moyens traditionnels de lutte**

Méthode	Description	Remarques
Séchage intense au soleil	Tue les œufs et larves dans les grains	Essentiel après récolte
Tri manuel et ventilation	Élimine les grains attaqués	Utilisé dans les greniers traditionnels
Plantes répulsives	Neem, eucalyptus, basilic, ail	Agissent en répulsif et ralentissent la ponte
Cendres de bois	Mélangées aux grains	Empêche le mouvement des larves
Stockage hermétique	Sacs PICS, bidons métalliques fermés	Tue les larves par manque d'oxygène
Écorce de citron séchée ou feuilles d'orange amer	Parfum répulsif naturel	Pratiqué dans certaines zones rurales d'Afrique de l'Ouest

Source : Hell et al. 2000

Tribolium spp. (Ténébrions des farines)

► **Détails scientifiques**

Nom scientifique (genre) : *Tribolium* spp.

(Les deux espèces les plus connues sont :

- *Tribolium castaneum* (Herbst) – le ténébrion rouge de la farine
- *Tribolium confusum* (Du Val) – le ténébrion confus de la farine)

Famille : Tenebrionidae

Ordre : Coleoptera (coléoptères)

Nom commun : Ténébrion, ver de farine, ravageur des farines

► **Caractéristiques biologiques**

Taille adulte : 3–4 mm

Couleur : Rouge brun à brun foncé

Durée de vie : Jusqu'à 1 an

Cycle complet : 20 à 40 jours selon les conditions (jusqu'à 600 œufs/femelle)

Cycle de vie :

1. Œufs pondus dans les produits farinés
2. Larves (vermiformes) se nourrissent dans la farine ou les brisures
3. Pulsion dans le produit stocké
4. Adulte mobile, vit longtemps et continue à pondre

► **Dommages causés**

C'est un insecte qui s'attaque à la suite du passage de l'un ou des deux précédents en profitants des farine et brisure laissés lors de leurs ravages sur le riz.

Il s'attaque aux produits transformés : farine, semoule, son, brisures de riz

Odeur nauséabonde (à cause d'une sécrétion défensive) → produit inconsommable

Contamination des aliments → pertes qualitatives et sanitaires

Accélère la dégradation organoleptique des produits stockés

► **Moyens traditionnels de lutte**

Méthode	Description	Remarques
Nettoyage régulier des entrepôts	Élimine les résidus de farine et les œufs	Très efficace en prévention
Séchage au soleil	Tue les larves dans les produits contaminés	Surtout pour semoule et brisures
Plantes répulsives	Neem, citronnelle, eucalyptus, basilic	Réduisent les pontes et repoussent les adultes
Cendres de bois	Absorbent l'humidité, rendent le milieu défavorable	Peu utilisées pour les farines, mais utiles pour les grains brisés
Stockage hermétique	Réduit l'oxygène → mortalité des adultes et larves	Très recommandé pour la semoule ou les brisures
Congélation ou chauffage court	Tue tous les stades en cas de petite quantité	Pratique à petite échelle

Athanassiou et al. (2005) ; FAO (2013)

4.3.5. Efficacité des méthodes de conservation du riz paddy

L'évaluation des méthodes de conservation du riz paddy au Sud du Bénin, dans les Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zê, revêt une importance capitale pour garantir la sécurité alimentaire et la durabilité agricole dans cette région. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé des diagrammes radar pour évaluer l'efficacité de deux principales méthodes de

conservation : les entrepôts/magasins et les greniers traditionnels. Les résultats sont résumés en termes de préservation des nutriments, de qualité du riz obtenu et des coûts associés à chaque méthode.

- Préservation des nutriments

En ce qui concerne la préservation des nutriments, nos données révèlent des différences significatives entre les méthodes. Les entrepôts/magasins affichent des scores élevés dans les catégories "Bien" (55,56%) et "Très bien" (48,48%), indiquant une efficacité notable dans la conservation des nutriments. En revanche, les greniers traditionnels montrent une performance moins convaincante, car leur capacité à préserver le riz paddy des producteurs est généralement Assez-bien dans 61,54% des cas. Cependant, il est intéressant de noter que les greniers traditionnels préservent très bien le riz paddy que près de 51,52% des producteurs, suggérant que malgré leurs inconvénients, les greniers traditionnels peuvent parfois être très efficaces.

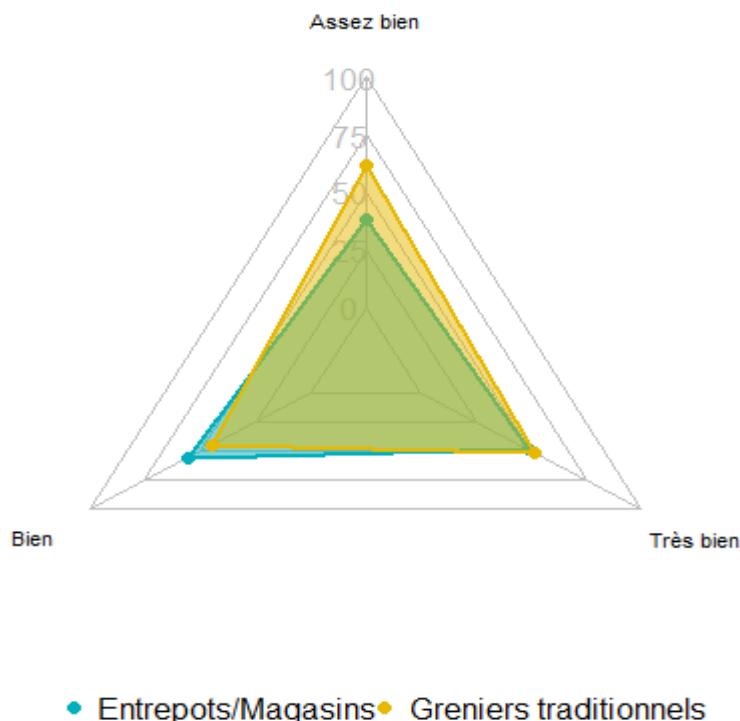


Figure 14: Capacité des méthodes dans la préservation des nutriments

- Qualité du riz obtenu

En ce qui concerne la qualité du riz obtenu, les résultats montrent que les entrepôts/magasins ont un avantage significatif. Ils obtiennent des scores plus élevés dans la catégorie Bonne (53,85%), tandis que les greniers traditionnels ont une plus grande proportion de riz considéré comme Mauvais (66,67%). Les entrepôts/magasins semblent également produire un riz de qualité

Moyennement bonne à 44,9%, tandis que les greniers traditionnels obtiennent 55,10% dans cette catégorie. Ces résultats soulignent l'importance cruciale de la qualité du riz pour les agriculteurs et les consommateurs.

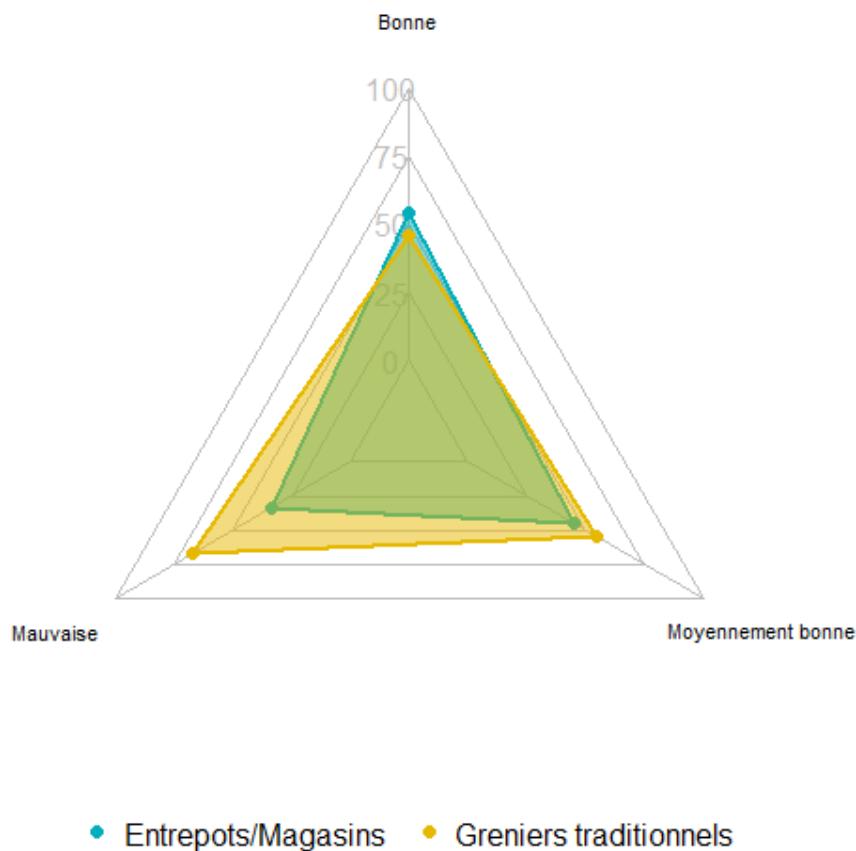


Figure 15 : Qualité du riz paddy en rapport avec les méthodes de conservation

- Coûts associés aux méthodes de conservation

Enfin, en ce qui concerne les coûts associés aux méthodes de conservation, les données indiquent que les greniers traditionnels sont généralement perçus comme moins chers. Cependant, les entrepôts/magasins sont compétitifs en termes de coûts, avec des pourcentages similaires dans les catégories "Moins cher" et "Moyennement cher". Les deux méthodes obtiennent des scores élevés dans la catégorie cher, avec une légère prédominance pour les entrepôts/magasins. Ces résultats mettent en évidence la complexité de l'évaluation des coûts, qui dépendent de divers facteurs tels que la taille, la maintenance et l'emplacement des structures de conservation.

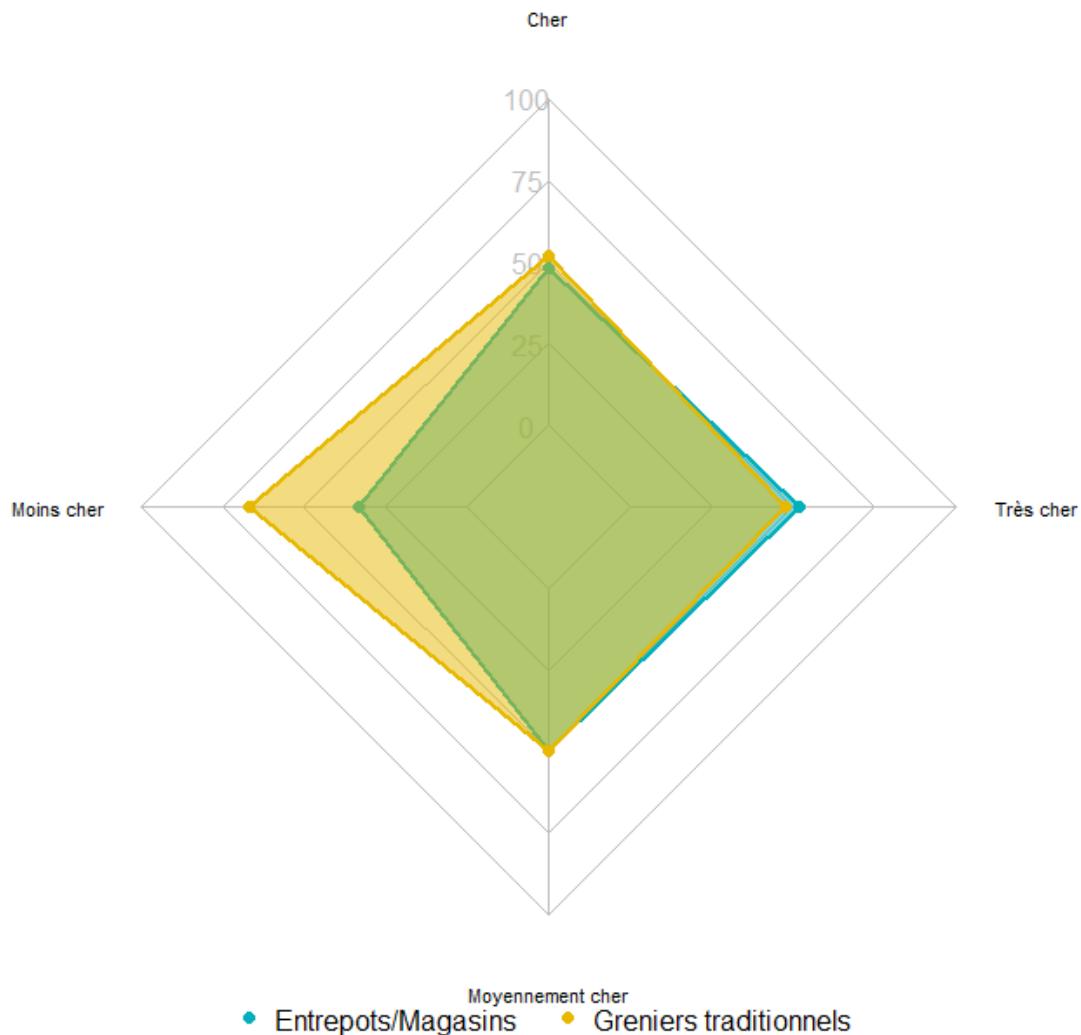


Figure 16 : Efficacité économique des méthodes de conservation

- Préservation contre les moisissures et les insectes

En ce qui concerne la préservation contre les moisissures et les insectes, les entrepôts/magasins semblent être plus efficaces, avec 52,63% dans la catégorie "efficace", tandis que les greniers traditionnels obtiennent 47,37%. Cependant, il est intéressant de noter que les greniers traditionnels ont une fréquence de 75% dans la catégorie "moins efficace", indiquant des défis importants dans ce domaine. Les entrepôts/magasins obtiennent également des scores élevés dans les catégories "moyennement efficace" (51,02%) et "très efficace" (50%), montrant une gamme de performances.

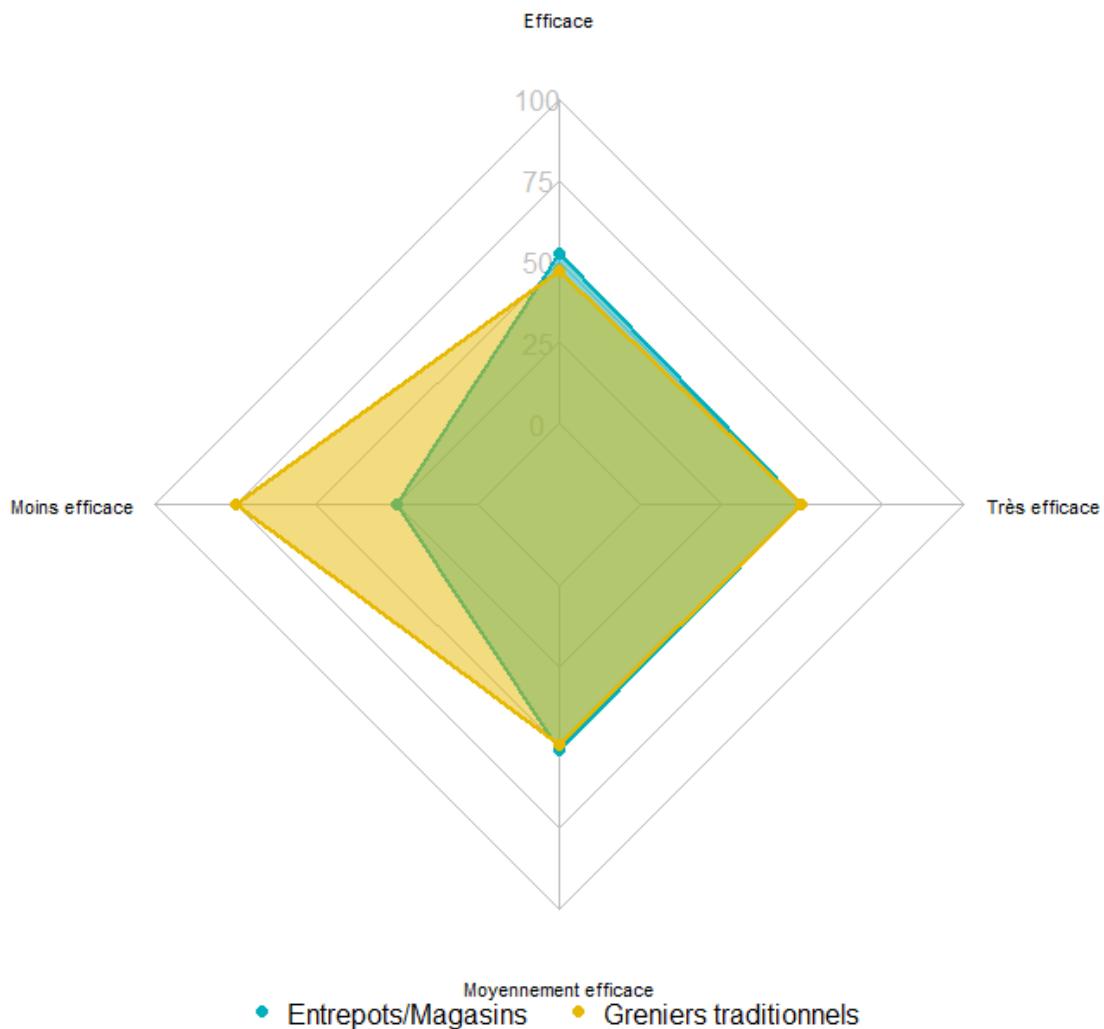


Figure 17 : Capacité des méthodes dans la préservation contre les moisissures et les insectes

Les méthodes de conservation du riz paddy au Sud du Bénin met en lumière des différences significatives en termes de préservation des nutriments, de qualité du riz obtenu, de préservation contre les moisissures et les insectes, ainsi que de coûts associés. Les entrepôts/magasins semblent avoir un avantage dans la préservation des nutriments et la protection contre les moisissures et les insectes, mais les greniers traditionnels sont perçus comme plus abordables. Ces résultats fournissent des informations précieuses pour les agriculteurs et les responsables politiques cherchant à améliorer les méthodes de conservation du riz dans cette région importante pour l'agriculture béninoise.

4.3.6. Analyse des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces (FFOM)

Afin de mieux analyser la compétitivité du riz produit dans la zone d'étude par rapport au riz importé, il se révèle nécessaire de mieux connaître l'environnement aussi bien interne qu'externe qui pourrait influer sur cette compétitivité. Pour ce faire, l'outil FFOM a été utilisé à travers un diagnostic avec les acteurs qui sont rencontrés au cours de la phase d'enquête. Les résultats se présentent comme suit. Les tableaux IX et X ci-dessous présentent l'environnement interne et externe à la production rizicole dans les communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zè.

Tableau IX : Synthèse de l'analyse de l'environnement interne à la production rizicole dans les communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zè (Forces et Faiblesses)

Sous-système	Forces	Faiblesses
Production	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disponibilité en eau ; ❖ Expérience des producteurs en production de riz ❖ Potentialités agronomiques des périmètres rizicoles ❖ Des souches de variété de riz existent dans la zone ❖ Existence d'organisations de producteurs dans la zone d'étude 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Accès difficile au foncier ❖ Faible superficie cultivée ❖ Moyens de production rudimentaires ❖ Difficultés d'approvisionnement en intrants ❖ Présence de ravageurs ❖ Concurrence sur la main d'œuvre avec d'autres cultures ❖ Faible organisation de la filière (surtout au niveau communal et départemental)
Conservation	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disponibilité d'infrastructure de stockage ❖ Disponibilité de produits naturels de conservation du riz ❖ Climat favorable 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Forte demande du riz ❖ Tendance des commerçants locaux à s'intéresser au riz produit localement
Commercialisation	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disponibilité du riz produit localement ❖ Forte demande du riz produit localement 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Coût relativement élevé du riz local face au riz importé ❖ Absence d'organisation des commerçants de riz. ❖ Indisponibilité ou faible niveau d'organisation de clusters

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

Tableau X : Synthèse de l'analyse l'environnement externe à la production rizicole dans les communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zè (Opportunités et Menaces)

Sous-système	Opportunités	Menaces
Production	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existence de terres rizicultivables ❖ Existence de fournisseurs de semences améliorées 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ L'Insécurité foncière ❖ Non aménagement de toutes les espaces potentiellement rizicoles de la zone ❖ Faiblesse de la maîtrise de l'eau

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introduction de variétés améliorées ❖ Appui du gouvernement et des projets/programmes au développement de la filière riz ❖ Intérêt grandissant des opérateurs privés pour la promotion du riz produit localement ❖ Institutions de micro-finance favorable au financement de la production du riz 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Non disponibilité d'intrants spécifiques pour le riz dans la zone ❖ Pression de ravageurs du riz surtout les oiseaux ❖ Coût de production supérieur aux prix du riz sur le marché ❖ Coût élevé des intrants et du matériel de chasse aviaire
Conservation	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disponibilité de techniques et méthodes de conservation du riz développées par la recherche ❖ Possibilité de développement de dispositif de traitement et de conservation du riz par la SoNaMA 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Méthodes très avancées de conservation du riz par les pays exportateurs (complexe de traitement du riz post-récolte, de stockage/conservation)
Commercialisation	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Forte demande du riz aux niveaux local et national ❖ Demande très forte du riz étuvé par le Nigeria 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Concurrence du riz importé ❖ Faible protection du marché intérieur du riz ❖ Chute du Naïra

Source : ATCHOHOUNDO, résultat de terrain (2023)

4.3.6.1. Analyse des forces

La zone d'étude dispose d'un grand potentiel en ressources naturelles (terres de plateau rizicultivables, bas-fonds etc.) très favorable à la production du riz. À cela s'ajoute une dynamique organisationnelle des producteurs de riz, qui part du niveau village jusqu'au niveau communal. Ces organisations de producteurs bénéficient de l'appui de plusieurs structures.

Pour la conservation, le climat est favorable, des structures de stockage existent et il y a des méthodes naturelles de conservations de riz.

Dans le sous-système de la commercialisation, les forces se résument à la disponibilité du riz auquel les commerçants locaux s'intéressent de plus en plus.

4.3.6.2. Analyse des faiblesses

Malgré les nombreux atouts dont dispose la zone d'étude pour la production du riz, quelques faiblesses entravent la pleine expression de son plein potentiel. Dans le sous-système de la production, il existe des problèmes d'accès au foncier. Non seulement l'espace agricole est assez morcelé ce qui rend difficile la production à grande échelle mais aussi des terres cultivables sont

inexploités par leurs propriétaires. La hantise de l’insécurité foncière développe la réticence chez les propriétaires à mettre leurs terres au profit d’utilisateurs temporaires. Les superficies emblavées sont de petites tailles. Dans cette situation, les producteurs ont du mal à investir pour mieux rentabiliser leur exploitation. Ainsi, les techniques utilisées restent rudimentaires. De plus, les producteurs sont confrontés à des difficultés d’approvisionnement en intrants et au problème des ravageurs de toutes sortes. Cet état de choses influence négativement les performances de la production.

V. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer les méthodes de conservation du riz paddy utilisées par les producteurs dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê, au sud du Bénin, et d'identifier les facteurs influençant la qualité et la valeur du riz. Les résultats ont montré que les entrepôts ou magasins et les greniers traditionnels sont les méthodes de conservation les plus courantes dans ces Communes, mais qu'elles présentent des avantages et des inconvénients spécifiques. Les entrepôts ou magasins offrent une meilleure préservation des nutriments et une protection contre les moisissures et les insectes, mais ils sont plus coûteux à construire et à entretenir. Les greniers traditionnels sont moins chers et adaptés aux conditions locales, mais ils sont moins efficaces pour préserver la qualité du riz et sont vulnérables aux attaques des rongeurs. Ces résultats suggèrent qu'il existe un potentiel d'amélioration des méthodes de conservation du riz paddy au Sud du Bénin, en tenant compte des besoins et des ressources des producteurs, ainsi que des conditions environnementales. La production de riz de haute qualité et de valeur est limitée par les contraintes agro-écologiques et socio-économiques. Les variétés de riz aromatique, telles que le Basmati et le Hom Mali, qui sont les plus chères sur le marché mondial, sont restreintes à des niches écologiques spécifiques (Singh *et al.*, 2000). Au Bénin, le riz aromatique est principalement produit dans la commune de Glazoué, dans le centre du pays, où il bénéficie d'un climat favorable et d'une forte demande locale (Arouna *et al.*, 2017). Dans les communes du sud du Bénin étudiées, le riz produit est principalement du type Indica non aromatique, qui a une valeur marchande inférieure. Cependant, la qualité du riz peut être améliorée par des pratiques culturales appropriées, telles que la sélection variétale, la fertilisation, l'irrigation, la récolte et le séchage (Bouman *et al.*, 2002). L'amélioration de la qualité du riz passe également par une réduction des pertes post-récolte, qui sont estimées à 15-25% en Afrique subsaharienne (FAO, 2019b). Les pertes post-récolte sont causées par divers facteurs, tels que les moisissures, les insectes, les rongeurs, la casse des grains, la contamination et la dégradation nutritionnelle (Kumar & Kalita, 2017). Ces facteurs dépendent en grande partie des méthodes de conservation utilisées par les producteurs. Les résultats de cette étude ont montré que les entrepôts ou magasins et les greniers traditionnels sont les méthodes de conservation les plus courantes dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê. Ces méthodes ont été évaluées selon différents indicateurs, tels que la préservation des nutriments, la qualité du riz obtenu, les coûts associés et la protection contre les moisissures et les insectes. Les entrepôts ou magasins sont des structures spécialement conçues pour la conservation des grains. Ils offrent une protection contre les intempéries, les nuisibles et les vols. Ils permettent également un contrôle plus facile de la température et de l'humidité, qui sont des facteurs clés pour préserver

la qualité du riz (Champagne, 2010). Les résultats de cette étude ont montré que les entrepôts ou magasins affichent des scores élevés dans les catégories "Bien" (55,56%) et "Très bien" (48,48%) pour la préservation des nutriments. Ils obtiennent également des scores plus élevés dans la catégorie "Bonne" (53,85%) pour la qualité du riz obtenu. En outre, ils semblent être plus efficaces pour protéger le riz contre les moisissures et les insectes, avec 52,63% dans la catégorie Efficace. Ces résultats sont en accord avec ceux d'autres études qui ont montré que les entrepôts ou magasins réduisent les pertes post-récolte du riz et améliorent sa qualité (Arouna *et al.*, 2016 ; Sreenarayanan *et al.*, 2018). Cependant, les entrepôts ou magasins présentent également des inconvénients, notamment le coût initial plus élevé pour la construction ou la location d'un entrepôt, le besoin d'un espace suffisant pour construire ou accéder à l'entrepôt, et la nécessité d'une gestion et d'une surveillance régulières. Les résultats de cette étude ont montré que les entrepôts ou magasins obtiennent des scores élevés dans la catégorie "Cher" (55,56%), indiquant qu'ils sont perçus comme plus coûteux que les autres méthodes de conservation. Le coût des entrepôts ou magasins peut être un facteur limitant pour les petits producteurs de riz, qui disposent de ressources financières limitées. Par ailleurs, les entrepôts ou magasins peuvent être sujets à des problèmes de gestion, tels que le mélange de variétés, la contamination croisée, le vol ou la fraude (Arouna *et al.*, 2016). Les greniers traditionnels sont des structures en bois souvent utilisées pour le stockage du riz paddy. Ils offrent une protection contre les nuisibles et aident à maintenir une température et une humidité appropriées. Ils utilisent des matériaux locaux disponibles et peuvent être adaptés aux conditions locales. Les résultats de cette étude ont montré que les greniers traditionnels sont moins chers que les entrepôts ou magasins, avec des scores élevés dans la catégorie "Moins cher" (58,82%). Ils sont également capables de très bien préserver le riz paddy pour près de 51,52% des producteurs, suggérant que malgré leurs inconvénients, les greniers traditionnels peuvent parfois être très efficaces. Toutefois, les greniers traditionnels présentent également des limites, telles que le risque de détérioration du bois et la nécessité d'un entretien régulier, le manque de contrôle précis sur la température et l'humidité, le risque de contamination si le grenier n'est pas correctement nettoyé, et la vulnérabilité aux attaques des rongeurs. Les résultats de cette étude ont montré que les greniers traditionnels ont une performance moins convaincante pour la préservation des nutriments et la qualité du riz obtenu, avec des scores élevés dans la catégorie "Assez-bien" (61,54%) et "Mauvais" (66,67%), respectivement. Ils montrent également des défis importants pour la protection contre les moisissures et les insectes, avec une fréquence de 75% dans la catégorie Moins efficace. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres études qui ont rapporté que les greniers traditionnels sont associés à des pertes post-récolte plus élevées du riz et à une dégradation de sa qualité

(Arouna & Adegbola, 2010 ; Kumar & Kalita, 2017). Les autres méthodes de conservation du riz paddy utilisées dans les Communes étudiées sont les structures de stockage en terre et les silos hermétiques. Les structures de stockage en terre sont des méthodes traditionnelles de stockage des récoltes en utilisant une excavation creusée dans le sol. Elles offrent une isolation naturelle et sont adaptées aux conditions locales. Elles ont un coût de construction réduit et offrent une protection contre les ravageurs et les intempéries. Cependant, elles ont une capacité de stockage limitée et sont vulnérables aux inondations. Elles manquent également de contrôle environnemental, ce qui peut affecter la qualité des récoltes stockées. Les résultats de cette étude ont montré que les structures de stockage en terre sont peu citées par les producteurs (17,65% à Abomey-Calavi, 12,82% à Allada et 15% à Zê) pour la conservation du riz paddy. Elles présentent également des dégâts importants causés par les moisissures et les champignons (75,5%), qui se développent dans des conditions d'humidité élevée et entraînent la pourriture des grains, la production de mycotoxines et la perte de qualité nutritionnelle (Kumar & Kalita, 2017). Les silos hermétiques sont des méthodes modernes de stockage des grains qui utilisent des récipients étanches à l'air et à l'eau. Ils empêchent l'entrée d'oxygène et créent une atmosphère anaérobiose qui inhibe le développement des insectes, des moisissures et des rongeurs. Ils préservent également la qualité du riz en termes de couleur, d'arôme, de texture et de valeur nutritionnelle. Ils ont un coût relativement faible et sont faciles à utiliser et à transporter. Cependant, ils nécessitent un séchage adéquat du riz paddy avant le stockage et un contrôle régulier de l'étanchéité des récipients. Les résultats de cette étude ont montré que les silos hermétiques ne sont pas utilisés par les producteurs dans les communes étudiées. Cela peut s'expliquer par le manque de connaissance, de disponibilité ou d'acceptabilité de cette méthode par les producteurs. Des études antérieures ont montré que les silos hermétiques peuvent réduire les pertes post-récolte du riz et améliorer sa qualité dans d'autres régions du Bénin et d'Afrique (Arouna & Adegbola, 2010 ; Sreenarayanan *et al.*, 2018).

Les hypothèses de départ de cette étude ont toutes été confirmées par les résultats issus du terrain et des différents travaux connexes.

VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a permis de mettre en évidence les méthodes de conservation du riz paddy utilisées par les producteurs dans les Communes d'Abomey-Calavi, d'Allada et de Zê, au sud du Bénin, ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients. Les résultats ont montré que les entrepôts ou magasins et les greniers traditionnels sont les méthodes de conservation les plus courantes dans ces Communes, mais qu'elles présentent des limites en termes de coût, de qualité et de protection du riz. Les autres méthodes, telles que les structures de stockage en terre et les silos hermétiques, sont peu ou pas utilisés par les producteurs.

Ces résultats suggèrent qu'il existe un potentiel d'amélioration des méthodes de conservation du riz paddy au sud du Bénin, en tenant compte des besoins et des ressources des producteurs, ainsi que des conditions environnementales. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour comparer l'efficacité des méthodes de conservation moderne avec celles traditionnelles, et pour identifier les meilleures pratiques de gestion et de prévention des pertes post-récoltes.

Sur la base de ces résultats, nous formulons les perspectives suivantes :

- Sensibiliser les producteurs de riz sur l'importance de la qualité du riz pour la sécurité alimentaire et la compétitivité sur le marché. Les producteurs doivent être informés des normes de qualité requises par les consommateurs et les transformateurs, ainsi que des critères de différenciation du riz, tels que l'arôme, la couleur, la texture et la valeur nutritionnelle.
- Promouvoir l'utilisation des entrepôts ou magasins comme méthode de conservation du riz paddy, en facilitant l'accès au crédit, à la formation et à l'assurance pour les producteurs. Les entrepôts ou magasins permettent de réduire les pertes post-récolte du riz et d'améliorer sa qualité. Ils peuvent également servir de levier pour le développement de chaînes de valeur du riz plus intégrées et plus rentables.
- Améliorer les greniers traditionnels en utilisant des matériaux durables, en assurant une ventilation adéquate, en nettoyant régulièrement le grenier et en utilisant des répulsifs naturels contre les rongeurs. Les greniers traditionnels peuvent être une option viable pour les petits producteurs qui disposent de ressources limitées ou qui préfèrent conserver leur riz paddy à proximité de leur domicile.
- Encourager l'adoption des silos hermétiques comme méthode alternative de conservation du riz paddy, en diffusant les résultats des études qui ont montré leur efficacité dans d'autres régions du Bénin et d'Afrique. Les silos hermétiques sont des récipients étanches à l'air et à l'eau qui empêchent le développement des insectes, des moisissures et des rongeurs. Ils préservent également la qualité du riz en termes de couleur, d'arôme, de texture et de valeur nutritionnelle. Ils ont un coût relativement faible et sont faciles à utiliser et à transporter.

- Renforcer la capacité des producteurs de riz à gérer leurs stocks de manière optimale, en leur fournissant des outils et des conseils techniques sur le séchage, le nettoyage, le triage, le conditionnement, le traitement et le contrôle du riz paddy. Ces pratiques permettent de réduire les risques de détérioration du riz paddy pendant le stockage et d'améliorer sa qualité avant la transformation ou la commercialisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adoukonou-Sagbadja, H., Dansi, A., Vodouhè, R., Akpagana, K. (2006). Indigenous knowledge and traditional conservation of fonio millet (*Digitaria exilis*, *Digitaria iburua*) in Togo. *Biodiversity & Conservation*, 15(8), 2379-2395.
- Aho, N., Kossou, K.D. (1989). Bioclimat et productivité du maïs dans les systèmes de cultures traditionnels. Premières observations sur le plateau Adja. *Carrefour de la recherche*, 5.1-24.
- Ahouansou, M. A., Yemadje, G. K., Adjatin, A., Azontonde, A., & Toffa, A. (2019). Assessment of postharvest practices of rice paddy in the coastal area of Benin. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 10(10), 1601-1612.
- Akissoé, N., Hounhouigan, J.D., Bricas, N., Vernier, P., Nago, C.M., Olorunda, O.A. (2009). Physical, chemical and sensory evaluation of dried yam (*Dioscorea rotundata*) tubers, flour, and amala - a flour-derived product. *Tropical Science*, 41(3), 151-155.
- Arouna A., Adegbola P.Y., 2010. Impact of parboiling on the physical and cooking quality characteristics of rice cultivated in Benin. *African Journal of Agricultural Research* 5(20): 2766-2772.
- Arouna A., Biaou G., Adegbola P.Y., 2016. Impact of improved rice technology (NERICA varieties) on income and poverty among rice farming households in Benin: a panel data analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 11(3): 195-211.
- Arouna A., Lokossou J.C., Wopereis M.C.S., Bruce-Oliver S., Roy-Macauley H., 2017. Estimating the supply response of rice in Benin: the case of aromatic rice varieties. *Agricultural Economics Research Review* 30(2): 269-280.
- Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., Kavallieratos, N. G., Papagregoriou, A. S., & Buchelos, C. T. H., 2005. Efficacité insecticide de la terre de diatomée contre *Sitophilus oryzae* (L.) et *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera) dans du blé stocké : influence de la dose, de la température et du temps d'exposition. *Journal of Stored Products Research*, 41(1), 47-55.
- Bailey, A., Davidova, S., Hazell, P. (2009). Introduction to the special issue “small farms: decline or persistence?” In: *Agricultural Economics* Volume 40, Issue s1 disponible sur <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2009>

Evaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zé

Bouman B.A.M., Kropff M.J., Tuong T.P., Wopereis M.C.S., Ten Berge H.F.M., Van Laar H.H., 2002. ORYZA2000: modeling lowland rice. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute and Wageningen (Netherlands): Wageningen University and Research Centre.

Boutsen, S., & Aertsen, J., Février 2013. Peut-on nourrir l'Afrique de l'Ouest avec du riz ? MO Papers, (74). MO.

Champagne, X., 2010. Gestion et conservation des grains en milieu tropical.

Cruz, J. F., & Vaitilingom, G. (1997). Amélioration des techniques de conservation des grains au Yunnan (Chine).

Dagnelie P. 1998. Théories et Modèles Statistiques, Applications Agricoles, Tome 2, 21ème Édition, p.464.

Dossou, S. A. R., Aoudji, A. K. N., Houessou, A. M., & Kaki, R. S., 2020. Services de microfinance pour les petits exploitants agricoles : une évaluation à partir des attentes des riziculteurs du centre du Bénin. Agricultural and Food Economics, 8, 20.

FAO, 2013. World Bank workshop on reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa : lessons learned and practical guidelines [Manuel de terrain]. Rome : FAO/World Bank.

FAO, 2018. Profil du riz au Bénin. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie.

FAO, 2019b. Reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa: lessons learned and practical guidelines. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, 2020. Etat de l'alimentation et de l'agriculture : Annuaire statistique 2020. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FAO, 2023. Données sur la production du riz au Bénin. FAO

FAO, 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome : FAO.

Hell, K., Cardwell, K. F., Setamou, M., & Poehling, H. M., 2000. Influence des pratiques de stockage sur la contamination par les aflatoxines du maïs dans quatre zones agroécologiques du Bénin, Afrique de l'Ouest. Journal of Stored Products Research, 36(4), 365–382.

IRRI (2013). Rice almanac (4ème ed.). International Rice Research Institut

Jagadish, S. V. K., 2021. Effets des températures nocturnes élevées sur le blé et le riz : état des lieux et perspectives futures.

Katsuki, R., Matsumoto, N., Butardo Jr, V.M. (2022). Global rice demand and supply under increasing population and changing dietary patterns. *Global Food Security*, 33, 100639.

Kossou, D.K., Aho, N. (1993). Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux : principes et pratiques. Les Éditions du Flamboyant, Cotonou, Bénin, 125p.

Kossou, K.D. et Samba, F. (1984). Étude d'identification pour un programme de sécurité alimentaire et de politique nutritionnelle pour les pays de la CEDEAO. Département de l'agriculture, de l'industrie et des ressources naturelles, ECW/ADM 117-23, p. 72.

Kumar D., Kalita P., 2017. Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods* 6(1): 8.

MAEP (2011). Stratégie nationale pour le développement de la riziculture au Bénin. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, Bénin.

MAEP (2019). Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture-deuxième génération (SNDR 2) 2019 – 2025. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, Bénin

MAEP (2022). Rapport de performance du secteur agricole gestion 2021. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, Bénin.

Mairie d'Abomey – Calavi, 2023. Plan de Développement Communal de 4^{ème} génération (PDC4) 2023 – 2027 de la Commune d'Abomey – Calavi. Commune d'Abomey-Calavi.

Mairie d'Allada, 2023. Plan de Développement Communal de 4^{ème} génération (PDC4) 2023 – 2027 de la Commune d'Allada. Commune d'Allada.

Mairie de Zè, 2023. Plan de Développement Communal de 4^{ème} génération (PDC4) 2023 – 2027 de la Commune de Zè. Commune de Zè.

Mendez del Villar, P., Bauer, J.M., Maiga, A., Ibrahim, L. (2011). Dynamiques de la consommation alimentaire au Nigeria et implications pour le développement de la filière riz. CIRAD/PAM, Rome.

Evaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zé

Nguyen, H.Q., Hoang, X.T., Truong, H.D., Huynh, T.L.D. (2022). Global rice markets during the COVID-19 pandemic: Implications for food security and policymaking. *Sustainability*, 14(12), 7255.

Universalis, 2024. Bénin – Atlas & cartes. Universalis.

R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Sanni, A., Onadipe, O., Ilona, P., Mussagy, M., Abass, A. and Dixon, A. (2009). Successes and challenges of the dissemination of improved cassava varieties in the Bénin Republic between 2002 and 2007. *African Journal of Root and Tuber Crops*, 7(1), pp. 1-10.

Sanni, L. O., Onadipe, O. O., Oikeh, S. O., Adebayo, K., & Korieocha, E. P. (2014). Comparative evaluation of different storage methods for tropical rice. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 5(5), 50-59.

Sarker, M.A.R. (1980). Environmental constraints and rice production in Bangladesh. In: International Rice Research Institute (ed.), *Proceedings of the International Rice Research Conference*, Los Baños, Philippines, pp. 17-24.

Shahbandeh, M. (2023). Rice - statistics & facts. Statista Food & Agriculture. Disponible sur: <https://www.statista.com/topics/1443/rice/>

Sreenarayanan V.V., Balasubramanian R., Mathur S.B., 2018. Hermetic storage systems for smallholder farmers in Africa: a review. *Journal of Postharvest Technology* 6(1): 1-13.

Toffa, J., Loko, Y. L. E., Djedatin, G., Gbemavo, C. D. S. J., Orobiyi, A., Tchakpa, C., Ewedje, E. E., & Sabot, F., 2021. Rice pests in the Republic of Benin : farmers' perceptions, knowledge and management practices. *Pest Management Science*, 77(11), 5058-5071.

Tossou, R.C., Assogba-Komlan, F., Anihouvi, V.B., Achigan-Dako, E.G., Hounhouigan, J.D. and Fandohan, P. (2016). Post-harvest losses assessment in the rice value chain in Benin: case study of Glazoué and Malanville markets. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 3(11), pp. 1-11.

Workman, J. (2023). World rice trade overview : export volumes and percentages.

Evaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au sud du Bénin : Cas des Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zé

Ziegler, V., Paraginski, R T, & Ferreira, C. D., 2021. Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality – A review. *Journal of Stored Products Research.*

Table des matières

Certification.....	i
Dédicace	ii
Remerciements	iii
Résumé	v
Abstract	vi
Sommaire	vii
Liste des tableaux	viii
Sigles et abréviations.....	x
I. INTRODUCTION	1
1.1. Contexte et justification du sujet	1
1.2. Objectifs de l'étude.....	2
1.3. Hypothèses.....	2
II. REVUE DE LITTERATURE	3
2.1. Les exigences écologiques et édaphiques du riz.....	3
2.1.1. Exigences écologiques	3
2.1.1.1. La température.....	3
2.1.1.2. Altitude et latitude	3
2.1.1.3. Besoins en eau	4
2.1.1.4. Humidité relative de l'air	4
2.1.1.5. Ensoleillement.....	4
2.1.1.6. Le vent.....	4
2.1.2. Exigences édaphiques	4
2.2. Diversité du climat, des sols, de régimes pluviométriques et d'écologies propices à la culture de riz	5
2.3. Situation du riz dans le monde	5
2.3.1. Importance économique du riz au niveau international.....	5
2.3.2. La situation rizicole en Afrique de l'Ouest.....	7
2.3.3. Le riz au Bénin.....	8
2.4. Définition de quelques concepts.....	8
2.4.1. Le système post-récolte.....	8
2.4.2. La récolte	9
2.4.3. Le séchage.....	10
2.4.4. Traitement thermique.....	11
2.4.5. Le stockage	11

2.4.6. Le conditionnement	11
2.4.7. La conservation	11
2.5. Méthodes de conservation des grains de riz paddy	11
III. MATERIEL ET METHODES	13
3.1. Milieu d'étude et Matériel	13
3.2. Méthodes	15
3.2.1. Prospection sur le terrain pour la localisation des champs	15
3.2.2. Collecte des données	15
3.2.3. Analyse des données	16
IV. RESULTATS	17
4.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés	17
4.1.1. Répartition des riziculteurs par Commune selon le sexe	17
4.1.2. Répartition des producteurs de riz par Commune selon la tranche d'âge	17
4.1.3. Années d'expérience et répartition des producteurs de riz selon le niveau d'instruction	18
4.1.4. Appartenance à une Organisation Paysanne Agricole de riz	18
4.2. Production du riz paddy	19
4.2.1. Type de riziculture	19
4.2.2. Acquisition des terres cultivées	20
4.2.3. Superficie des exploitations agricoles	21
4.2.4. Récolte, séchage, battage et transport du riz du bord champ au lieu de stockage/conservation	21
4.3. Description et évaluation des méthodes de conservation utilisées dans les Communes ..	24
4.3.1. Méthodes de stockage et conservation selon la Commune	24
4.3.2. Durée de conservation par méthode	26
4.3.3. Contraintes liées à la conservation du riz paddy	27
4.3.4. Ravageurs de stock du riz et moyens de lutte	28
4.3.5. Efficacité des méthodes de conservation du riz paddy	34
4.3.6. Analyse des Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces (FFOM)	39
V. DISCUSSION	42
VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
Table des matières	52
ANNEXES	54

ANNEXES

Questionnaire d'Enquête

Thème : Évaluation des techniques de stockage de riz (*Oryza sativa L.*) au Sud du Bénin : cas des Communes de Abomey-Calavi, Allada et Zè

Date :

Commune : Abomey-Calavi Allada Zè

Nom du répondant (facultatif) :

Sexe : Homme Femme

Âge :

Niveau d'instruction : Aucun Primaire Secondaire Supérieur

Statut : Producteur Commerçant Transformateur Stockeur Autre :

I. Informations générales sur l'exploitation

1. Depuis combien d'années travaillez-vous dans la filière riz ?

- 4 à 5 ans
- 5 à 10 ans
- Plus de 10 ans

2. Quelle est la superficie moyenne que vous cultivez en riz par saison ?

- Moins de 1 ha
- 1 – 2 ha
- 2 – 5 ha
- Plus de 5 ha

3. Quelle est votre principale variété de riz cultivée ou conservée ?

- Riz local traditionnel
- Riz amélioré (NERICA, IR841, etc.)
- Autre :

II. Techniques de stockage et de conservation utilisées

4. Conservez-vous vous-même le riz après récolte ?

Oui

Non

5. Si oui, pendant combien de temps en moyenne conservez-vous le riz ?

Moins de 3 mois

3 – 6 mois

6 – 12 mois

Plus de 12 mois

6. Quelles sont les formes sous lesquelles vous conservez le riz ?

Riz paddy

Riz décortiqué

Autre :

7. Quels moyens ou méthodes de stockage/conservation utilisez-vous ? (plusieurs réponses possibles)

Sacs en polypropylène

Sacs hermétiques (PICS, IRRI, etc.)

Silo métallique ou fût

Magasin ou entrepôt

Grenier traditionnel

Produits chimiques (insecticides, conservateurs)

Méthodes biologiques (plantes répulsives, cendres, etc.)

Autres :

..

8. Pourquoi avez-vous choisi cette (ces) méthode(s) ?

Facilité d'accès

- Coût abordable
- Efficacité contre les nuisibles
- Habitude locale
- Formation reçue
- Autre :

III. Problèmes rencontrés et efficacité des méthodes

9. Avez-vous déjà eu des pertes de riz pendant la conservation ?

- Oui
- Non

10. Si oui, quels types de pertes avez-vous constatés ?

- Attaques d'insectes
- Moisissures / Humidité
- Souris / Rongeurs
- Fermentation / mauvaise odeur
- Autre :

11. Quelle est selon vous l'efficacité de votre méthode actuelle de conservation ?

- Très efficace
- Moyennement efficace
- Peu efficace
- Pas efficace

12. Avez-vous reçu une formation sur les méthodes modernes de conservation du riz ?

- Oui
- Non

13. Si oui, par qui ?

- ATDA/DDAEP
- ONG

- Projet/programme
- Coopérative / groupement
- Individuel / Privé
- Autre :

IV. Suggestions et perspectives

14. Seriez-vous prêt(e) à adopter une nouvelle méthode de stockage/conservation plus efficace ?

- Oui
- Non
- Peut-être

15. Quelles améliorations souhaiteriez-vous dans les techniques de conservation ?

.....

16. Avez-vous des suggestions ou remarques supplémentaires ?

V. Autres

17. Produisez-vous d'autres cultures en dehors du riz ?

- Oui
- Non

18. Si oui, lesquelles

Quelques fiches techniques de contrôle des insectes ravageurs du riz en stock

FICHE TECHNIQUE – LUTTE TRADITIONNELLE CONTRE *Sitophilus oryzae*

- Nom commun : Charançon du riz
- Nom scientifique : *Sitophilus oryzae*
- Taille : 2–3 mm – perce les grains
- Dommages
 - Trous dans les grains
 - Perte de poids et mauvaise qualité

Moyens de lutte traditionnelle

1. Séchage au soleil : au moins 2 jours

2. Plantes répulsives : neem, basilic, ail, eucalyptus
3. Stockage hermétique : pots fermés, sacs triple couche
4. Ajout de cendres sèches : 1 tasse par kg
5. Grenier propre et sec

Conseil stockage : Humidité < 13 %, température < 25°C

Guide pratique pour les paysans

Étapes simples à suivre :

1. Après récolte, sécher le riz au soleil 2 à 3 jours
2. Nettoyer les grains (enlever les débris et grains cassés)
3. Mélanger les grains secs avec :

Des feuilles de neem séchées ou une demi-tasse de cendre par sac de 10 kg

4. Mettre dans un bidon fermé ou un sac spécial (PICS si disponible)
5. Vérifier chaque mois s'il y a des signes d'insectes

FICHE TECHNIQUE – TEIGNE DES GRAINS (*Sitotroga cerealella*)

Taille adulte : Papillon beige, 6 à 10 mm

Dommages : Larves creusent les grains, les rendent inutilisables

Méthodes de lutte

- Séchage des grains pendant 3 jours au soleil
- Tri manuel et élimination des grains infestés
- Ajouter des feuilles sèches de neem ou d'eucalyptus
- Stocker dans des pots fermés ou sacs hermétiques
- Utiliser des cendres de bois propre (1 poignée par kg)

Guide pratique villageois

1. Séchage juste après récolte
2. Nettoyage et tri des grains
3. Ajouter plantes répulsives (neem, citronnelle, etc.)
4. Utiliser des récipients bien fermés (bidons ou sacs à triple paroi)
5. Contrôler chaque mois la présence de papillons ou de poussière suspecte

FICHE TECHNIQUE – *Tribolium spp.* (ver de farine)

Taille : 3–4 mm, couleur brun rouge

Cycle rapide : 25 à 35 jours

Ravageur de : Farine, semoule, son, riz cassé

Moyens de lutte

- Nettoyage fréquent des silos et sacs
- Séchage au soleil des semoules après broyage
- Utilisation de feuilles de neem ou eucalyptus séchées
- Stockage hermétique dans bidons ou sacs bien fermés
- Contrôle mensuel pour détecter odeurs ou vermine

Conseils pratiques pour paysans ou petits transformateurs

1. Nettoyez les moulins, sacs, tamis et silos après chaque usage.
2. Conservez le riz dans des pots hermétiques ou des fûts fermés.
3. Ajoutez quelques feuilles sèches de neem dans le fond du sac.
4. S'il y a odeur forte → exposez le riz au soleil ou jetez-le.
5. Évitez les sacs en polypropylène poreux pour stocker le riz.