



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Caractérisation des pratiques paysannes post récoltes de stockage et de conservation du maïs (*Zea mays*, Linné) au sud et au centre du Bénin

Olivier TONATO^{1*}, Elie Ayitondji DANNON^{1,2}, Saturnin HOUNSOU^{1,3} et
Daniel C. CHOUGOUROU⁴

¹Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, Ecole Normale Supérieure de Natitingou, BP 72 Natitingou, Bénin.

²International Institute of Tropical Agriculture (IITA) 08 B.P. 0932. Tri Postal. Cotonou, Bénin.

³Laboratoire d'Hygiène, Assainissement, d'Ecotoxicologie et de Santé Environnementale (HECOTES), Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement durable (CIFRED,) 03 BP 1463 Jéricho Cotonou-03, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

⁴Département de Génie de l'Environnement (DGEN), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC/UAC), Université d'Abomey-calavi. 01BP2009 Cotonou, Bénin.

*Auteur correspondant; E-mail: tonatoolivier@gmail.com ; Tél: 00 (229) 96 25 21 79.

Received: 04-06-2024

Accepted: 27-07-2024

Published: 31-08-2024

RESUME

Au Bénin, la protection des stocks de maïs contre les nuisibles reste un problème majeur pour les producteurs. L'objectif de cette étude était d'identifier les différentes technologies post récoltes de stockage et de conservation adoptées par les maïsiculteurs du sud et centre du Bénin. Pour cela, une enquête à l'aide d'un questionnaire digitalisé avait été réalisée auprès de 530 maïsiculteurs répartis dans 24 arrondissements de 7 communes du sud et centre du Bénin à raison d'une commune par département. La commune ayant la plus forte production moyenne en maïs sur les cinq (05) dernières années avait été retenue dans chaque département. L'enquête quantitative était accompagnée de focus groupes et des observations. Trois modes de stockage de maïs avaient été observés chez les maïsiculteurs à savoir : en épis avec spathes (64,7%), en épis sans spathes (18,5%) et en grains (16,8%) avec une variation en fonction de la commune de provenance du producteur ($p=0,00$). Au total, 24 technologies de stockage et de conservation du maïs dont 4 (technologies D, H₁, B₂ et D₂) principales avaient été identifiées chez l'ensemble des producteurs du sud et centre du Bénin. La plupart de ces technologies impliquaient les greniers en matériaux locaux et les chambres d'habitation comme structures de stockage et les pesticides chimiques non homologués avec des doses d'application non maîtrisées par les producteurs comme produits de conservation. Les producteurs justifiaient la forte variabilité des technologies post récoltes de stockage et de conservation observée par leur statut socioéconomique et l'absence d'accompagnement des conseillers agricoles pendant la conservation du maïs. Il s'avère donc nécessaire d'organiser des formations sur les techniques post récoltes de stockage et de conservation du maïs afin de réduire les risques de pertes post récoltes et de rendre disponible le maïs grain de bonne qualité commerciale.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : technologies, maïsiculteurs, structures de stockage, pesticides chimiques, plantes répulsives, Bénin.

Characterization of post-harvest storage and conservation practices for maize (*Zea mays*, Linné) in southern and central Benin

ABSTRACT

In Benin, protecting maize stocks against pests remains a major problem for producers. The aim of this study was to identify the various post-harvest storage and conservation technologies adopted by maize growers in southern and central Benin. To this end, a survey using a digital questionnaire was carried out among 530 maize growers in 24 districts of 7 municipalities in southern and central Benin, one municipality per department. The municipality with the highest average corn production over the last five (05) years was selected in each department. The quantitative survey was accompanied by focus groups and observations. Three methods of storing maize were observed among the maize growers: in cobs with husks (64.7%), in cobs without husks (18.5%) and in grains (16.8%) with a variation depending on the municipality from which the grower came ($p=0.00$). In total, 24 maize storage and conservation technologies, including 4 main ones (D, H₁, B₂ and D₂) were identified among all producers in southern and central Benin. Most of these technologies involved granaries made of local materials and living rooms as storage structures, and unregistered chemical pesticides with application doses not controlled by producers as conservation products. Producers justified the high variability in post-harvest storage and conservation technologies observed by their socio-economic status and the lack of support from agricultural advisor during maize conservation. It is therefore necessary to organize training on post-harvest maize storage and conservation techniques in order to reduce the risk of post-harvest losses and to make grain maize of good commercial quality available.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords : technologies, maize growers, storage structures, chemical pesticides, repellent plants, Benin.

INTRODUCTION

En Afrique, la croissance sans cesse ces dernières années de la population fait de l'autosuffisance alimentaire un enjeu majeur des politiques agricoles. Au Bénin le maïs a été ainsi retenu comme filière à promouvoir dans le Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole pour améliorer la sécurité alimentaire (MAEP, 2017). Cette céréale est la plus cultivée avec une production nationale atteignant 1,628149 millions de tonnes en 2021 (DSA, 2022). Le maïs, *Zea mays* L., cultivé dans sept sur huit zones agroécologiques dont dispose le Bénin, occupe la première place avec près de 70% des superficies céréalières emblavées (MAEP, 2010). Au Sud-Bénin, il constitue l'aliment de base avec une diversité de formes de consommation telles que pâte de maïs, bouillie, akassa... (Arouna et al., 2011 ; Adjadi et al., 2015). En plus de sa fonction d'aliment de subsistance, le maïs fait aussi l'objet d'échanges commerciaux tant à l'intérieur du pays que vers les marchés sous-régionaux (Boone et al., 2008). D'où la nécessité d'accroître sa production. L'un des

moyens pour accroître et valoriser cette production consiste donc en la protection des stocks contre les ravageurs et autres pestes.

Ce stockage constitue aujourd'hui un goulot d'étranglement pour la majorité des producteurs du Bénin, disposant des structures de stockage et de conservation telles que les greniers améliorés en matériaux végétaux pour le stockage de maïs en épis et les greniers améliorés en terre fermés, pour le stockage de maïs grains (Fandohan et al., 2011).

En effet, les produits stockés sont sujets à des détériorations de toutes sortes, lesquelles sont dues à de nombreux agents dont les insectes et les pathogènes des stocks qui endommagent souvent une grande partie du produit stocké (de Groot, 2004). D'après les travaux de Waongo et al. (2013), les producteurs stipulent que la majorité des pertes post récoltes sont imputables aux insectes. De plus selon Guèye et al. (2012), les pertes causées par les insectes peuvent atteindre en six mois de stockage 18% pour le maïs égrené, 20% pour la conservation en épis et près de

27% dans le cas d'un stockage en épis suivi d'un égrenage.

Face à toutes ces contraintes, ces producteurs de maïs choisissent dans leur système de stockage et de conservation, des méthodes de conservation combinant très souvent des matériaux locaux avec des produits chimiques de mauvaise qualité afin d'éviter les attaques des grains par des insectes (Guèye et al., 2012 ; Sankara et al., 2017). Ces produits chimiques de synthèse présentent des risques vis-à-vis de la santé du consommateur (Nanfack et al., 2015).

D'autres producteurs dans l'optique de disposer d'aliments tout au long de l'année, ont mise au point certaines méthodes traditionnelles inadéquates permettant de prolonger la durée du stockage des produits, avec des risques d'infestation au stockage par des insectes ravageurs de stocks où leur présence a pour résultat l'infestation de diverses moisissures toxigènes en particulier *Aspergillus* (Fandohan et al., 2003). L'objectif de la présente étude était de caractériser les pratiques paysannes post récoltes de stockage et de conservation du maïs au sud et au centre du Bénin afin de ressortir les différentes technologies post récoltes de stockage et de conservation adoptées par ces maïsiculteurs.

MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude

Cette étude s'était déroulée dans l'ensemble des zones sud et centre du Bénin situé approximativement entre 6°19 et 8°41 de la latitude Nord et entre 1°32 et 2°49 de la longitude couvrant une superficie de 31040 km², soit environ 27% du territoire national avec une population de 8544273 habitants soit 68,32% de la population nationale (INStAD, 2021). Quatre (04) Pôles de Développement Agricole (PDA) du Bénin à savoir : PDA4, PDA5, PDA6 et PDA7 répartis sur l'ensemble de ces zones avaient abrité l'étude. Ainsi six (06) communes du Sud-Bénin à savoir : Adjohoun, Kétou, Djidja, Lokossa, Aplahoué et Toffo situées respectivement dans les départements de l'Ouémé, Plateau, Zou, Mono, Couffo et Atlantique avaient été choisies en plus de la commune de Ouèssè dans le

département des Collines (Figure 1). Le choix de ces communes se justifiait par le fait qu'elles aient la production moyenne la plus élevée en maïs des cinq (05) dernières années dans leur département d'appartenance (<https://dsa.agriculture.gouv.bj>).

Matériel

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

- Un ordinateur HP pour la digitalisation du questionnaire d'enquête ;
- Des smartphones pour l'administration du questionnaire digitalisé aux enquêtés et pour l'enregistrement lors des focus groupe ;
- Un guide de questionnaire en version hard pour le déroulement de focus groupe

Méthodes

Cette étude descriptive transversale était réalisée à l'aide d'un questionnaire conçu, digitalisé avec le logiciel CSPRO version 7.7 et pré-testé. Les communes ayant abritées cette étude avaient été sélectionnées dans un premier temps suivant un choix raisonné et sur la base de la production moyenne en maïs de chaque commune sur les cinq dernières années. Ainsi, la commune ayant la plus forte production moyenne en maïs avait été retenue dans chaque département. Dans un second temps, la méthode des quotas avait été utilisée pour choisir 24 arrondissements sur les 57 que contient notre zone d'étude. Les villages avaient été choisis aléatoirement de sorte à avoir une couverture géographique optimale de la cible à l'intérieur de chaque arrondissement. De même, les producteurs à enquêter avaient été sélectionnés de façon aléatoire dans les villages pour constituer l'échantillon final. Les personnes enquêtées étaient des producteurs de maïs de notre zone d'étude ayant au moins 18 ans, disposant d'une structure de stockage et de conservation du maïs en utilisation et ayant donné leur consentement pour participer à cette étude déroulée pendant le mois d'août 2022. Pour le volet qualitative la technique de choix raisonné pour la sélection des groupes de répondants (6 à 12 producteurs) aux guides d'entretien de groupe avait été utilisée.

L'échantillon du volet qualitatif était composé des coopératives de producteurs de maïs.

Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon pour l'enquête quantitative avait été déterminée à partir de la formule de Schwartz qui s'écrit comme suit :

$$n = \frac{Z^2 * P(1 - P)}{d^2}$$

n : taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs pour un événement et un niveau de risque fixé

Z: niveau de confiance (la valeur type du niveau de confiance de 95% sera 1.96)

p : proportion estimée de la population qui pratique une technologie de stockage soit 50%

d : marge d'erreur (généralement fixée à 5%).

Après application numérique, on avait n=385 producteurs. Avec une marge d'erreur de 5%, la taille minimale était passée à 405 producteurs répartis dans les 24 arrondissements des 07 communes. Il faut

noter que tout arrondissement dont la taille de l'échantillon est supérieure ou égale à 10 avait été représenté par deux villages au moins en assurant une couverture géographique. Au terme de la collecte des données auprès des producteurs la taille de l'échantillon prévue avait été portée à 530 producteurs comme l'indique le Tableau 1.

Au niveau de l'enquête qualitative, la taille avait été obtenue après une saturation empirique des informations

Analyses statistiques

Les données brutes avaient été nettoyées sous Excel de même que le calcul de la fréquence des modalités de chaque variable. Le test de khi-deux avait été effectué avec le logiciel SAS version 9.3 pour tester les différences entre les modalités de structures de stockage adoptées et les produits de conservation utilisés par commune.

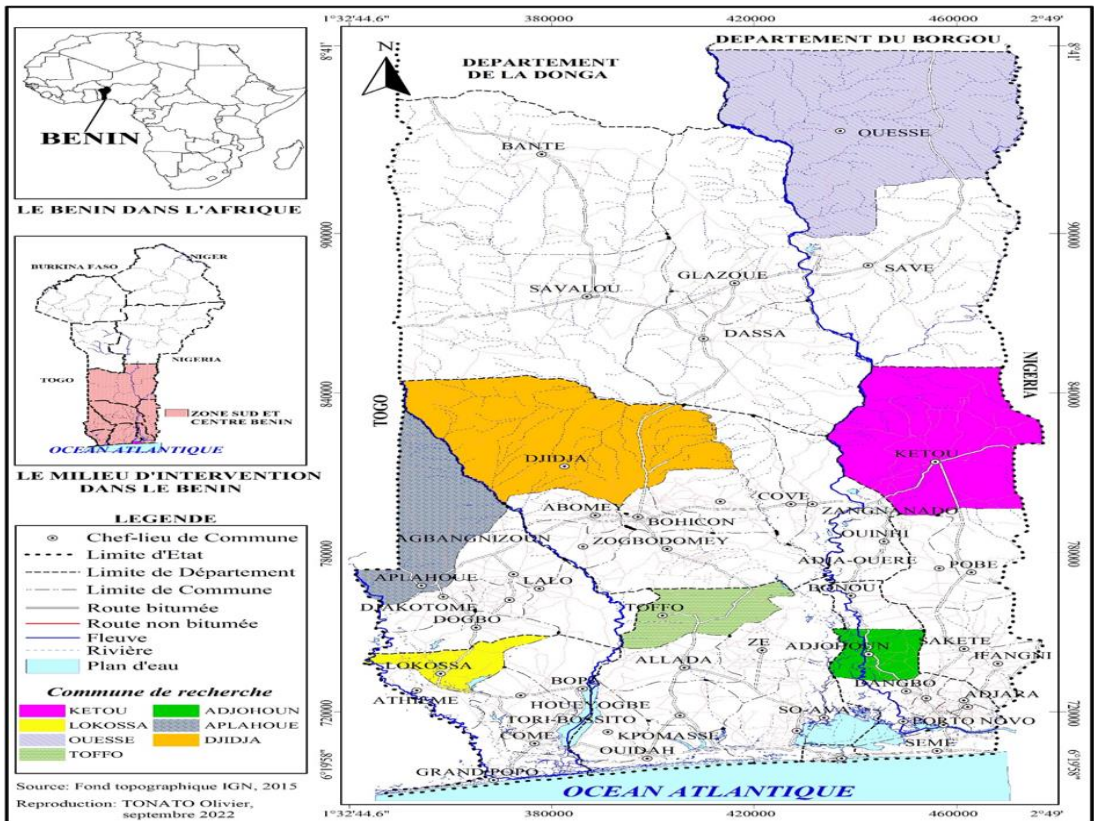


Figure 1 : Carte de la localisation des sites d'études.

Tableau 1 : Répartition des producteurs de maïs enquêtés par commune.

Communes	Ouèssè	Djidja	Aplahoué	Kétou	Lokossa	Adjohoun	Toffo	Total
Nombre de producteurs enquêtés	85	170	63	85	38	39	50	530

Source : Enquête de terrain, août 2022

RESULTATS

Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

De l'analyse des données, il ressort que 79,1% des producteurs de maïs interviewés étaient des hommes contre 20,9% de femmes dans l'ensemble des communes de notre zone d'étude. Les producteurs instruits étaient plus représentés (44,9%) suivis de ceux non instruits (41,3%). Enfin venaient les producteurs alphabétisés qui représentaient 13,8% de notre échantillon. En ce qui concerne l'âge des producteurs enquêtés, une distribution en classe d'âge avait donné une classe modale de [31 à 40 ans] représentant 39,6% des producteurs de maïs suivie de la classe [41 à 50 ans] représentée par 31,5% des enquêtés (Tableau 2).

Participation des producteurs enquêtés à une formation sur les techniques de stockage et de conservation du maïs

Seulement 19,20% de l'ensemble des producteurs de maïs enquêtés avaient participé au moins une fois à une formation sur les techniques de stockage et de conservation du maïs (Tableau 3). L'analyse des données avait montré un lien entre la participation à une formation et la commune de provenance des producteurs ($p=0,018$). Dans la commune d'Aplahoué seulement 3,2% des producteurs avaient déclaré avoir suivi une formation sur les techniques de stockage et de conservation du maïs contre 30,80% dans la commune d'Adjohoun. Dans les communes de Toffo, Ouèssè, Lokossa, Djidja et Kétou respectivement 24%, 22,40%, 21,10, 20% et 17,60% des producteurs enquêtés avaient

déclaré avoir suivi une formation sur les techniques de stockage et de conservation du maïs.

Modes de stockage de maïs adoptés par les producteurs enquêtés

L'analyse des données collectées avait révélé trois (03) modes de stockage de maïs chez les producteurs à savoir : en épis avec spathes, en épis sans spathes et en grains.

Le stockage en épis avec spathes était adopté par 64,7% des producteurs de maïs enquêtés alors que 18,5% et 16,8% respectivement des producteurs adoptaient le mode de stockage en épis sans spathes et le mode de stockage en grains. Dans la plupart des communes prospectées, les producteurs conservaient le plus souvent le maïs avec spathes. C'est le cas dans les communes de Ouèssè (97,6%), Aplahoué (82,5%), Kétou (98,8%), Lokossa (89,5%) et Adjohoun (74,4%). Dans la commune de Djidja, 57,1% des producteurs conservaient leurs maïs sous forme d'épis sans spathes alors que 30% et 12,9% des producteurs adoptaient respectivement le mode de stockage en épis avec spathes et le mode de stockage en grain. Dans la commune de Toffo, 80% des producteurs pratiquaient le mode de stockage en grains contre 20% qui adoptaient le mode de stockage en épis avec spathes. De plus, le mode de stockage en grains était adopté par 17,5%, 10,5% et 25,6% des producteurs respectivement des communes d'Aplahoué, Lokossa et Adjohoun (Tableau 4). Il existait donc un lien entre le mode de stockage adopté par les producteurs et la commune de provenance ($p=0,00$).

Stockage et conservation du maïs par les producteurs de notre zone d'étude

Les pratiques post récoltes de stockage et de conservation du maïs avaient été étudiées en fonction du mode de stockage.

Stockage et conservation des épis de maïs en spathes

Séchage complémentaire au soleil après récolte

Seulement 13,7% des producteurs pratiquant le stockage du maïs en épis avec spathes faisaient le séchage complémentaire au soleil avant stockage.

Cette pratique variait d'une commune à une autre ($p=0,00$). En effet, 8,4%, 33,3%, 25% et 6,9% respectivement des producteurs de Ouèssè, Djidja, Kétou et Adjohoun pratiquant le stockage des épis avec spathes effectuaient le séchage complémentaire du maïs avant stockage. Par contre aucun producteur des communes d'Aplahoué et de Toffo adoptant le mode de stockage du maïs avec spathes n'avait déclaré avoir pratiqué le séchage complémentaire avant stockage

Tri des épis de maïs en spathes avant stockage

Les producteurs stockant le maïs en épis avec spathes effectuaient généralement le tri avant stockage. En effet, 86,6% de cette catégorie de producteurs s'adonnaient à cette pratique. Toutefois la proportion de mise en œuvre de cette pratique variait d'une commune à une autre ($p=0,00$). Dans les communes de Lokossa et Djidja, tous les producteurs stockant le maïs avec spathes faisaient le tri alors que dans les communes de Ouèssè, Aplahoué, Kétou et Toffo respectivement 96,6%, 98,1%, 84,5% et 80% de ces producteurs le faisaient. Par contre seulement 6,9% de ces producteurs effectuaient le tri du maïs avant stockage à Adjohoun.

Structures de stockage des épis de maïs avec spathes

Deux (02) catégories de structures de stockage étaient adoptées par les producteurs de maïs du sud et centre du Bénin pour le stockage post-récolte des épis de maïs avec spathes (Tableau 5). Il s'agissait des greniers en matériaux locaux (89,5%) et des chambres

d'habitation pour le stockage en vrac à même le sol (10,5%). Les greniers en matériaux locaux étaient statistiquement plus utilisés que les chambres d'habitation dans les communes de Ouèssè ($\chi^2= 95,26$; $P<0,0001$), Djidja ($\chi^2= 77,79$; $P<0,0001$), Aplahoué ($\chi^2= 53,23$; $P<0,0001$), Kétou ($\chi^2= 86,12$; $P<0,0001$) et Lokossa ($\chi^2= 12,39$; $P = 0,0004$).

Traitement des épis de maïs en spathes lors de la conservation

Sur l'ensemble des producteurs faisant le stockage des épis de maïs avec spathes, 73,8% utilisaient un produit de conservation. Cette proportion était statistiquement variable suivant la commune ($p=0,00$). En effet, respectivement 97,1% ; 84,3% ; 82,8% ; 80%, 76,2%, 61,4% et 57,7% des producteurs des communes de Lokossa, Djidja, Adjohoun, Toffo, Kétou, Ouèssè et Aplahoué stockant leurs maïs avec spathes faisaient le traitement du maïs avant le stockage.

Produits de traitement des épis de maïs en spathes lors de la conservation

Quatre (04) catégories de produits ou association de produits de conservation étaient utilisés par les producteurs enquêtés pour le stockage et la conservation des épis de maïs avec spathes (Tableau 6). Les pesticides chimiques étaient utilisés dans toutes les communes, mais plus utilisés par les producteurs de Lokossa (82,4% ; $\chi^2= 56,7$; $P < 0,0001$), d'Adjohoun (58,6% ; $\chi^2= 70,0$; $P = 0,0001$), de Ouèssè (57,8% ; $\chi^2= 70,0$; $P < 0,0001$). Les plantes répulsives étaient plus utilisées à Adjohoun (58,6%) et Djidja (45,1% ; $\chi^2= 15,78$; $P = 0,001$). Les associations feuilles de neem et piments ou cendre, feuilles de neem et piments étaient plus utilisées à Kétou ($\chi^2= 9,24$; $P = 0,03$) et Toffo. Il existait une différence significative entre les pourcentages de producteurs en fonction du type de produit utilisé pour la conservation du maïs avec spathes au sein de chaque commune, sauf à Toffo ($\chi^2= 2,45$; $P=0,48$). Dans toutes les communes, certains producteurs avaient stocké leurs maïs sans produits de conservation. Cette pratique était plus observée chez les producteurs d'Aplahoué et de Ouèssè.

Stockage et conservation des épis de maïs sans spathes

Tri et séchage complémentaire des épis de maïs sans spathes avant stockage

Tous les producteurs stockant les épis de maïs sans spathes faisaient le tri du maïs avant stockage. Par contre seulement 14,3% des producteurs adoptant le stockage des épis de maïs sans spathes faisaient le séchage complémentaire avant stockage.

Structures de stockage

Le stockage des épis de maïs sans spathes est une pratique très développée uniquement dans la commune de Djidja (57,1% des producteurs de Djidja) d'après notre étude. En effet, 68,4% des producteurs adoptant le mode en épis sans spathes stockaient le maïs en vrac à même le sol dans les chambres/magasins contre 31,6% qui utilisaient les greniers en matériaux locaux.

Traitement des épis de maïs sans spathes

La quasi-totalité (99%) des producteurs adoptant le stockage des épis de maïs sans spathes traitaient la denrée avec divers produits lors de la conservation.

Produits de traitement des épis de maïs sans spathes

La majorité (65,3%) des producteurs stockant les épis de maïs sans spathes utilisaient des plantes répulsives pour la conservation contre 34,7% qui utilisaient des produits chimiques. Le mélange de feuilles de neem et de piments était utilisé par 3,1% de ces producteurs.

Stockage et conservation du maïs grain

Séchage complémentaire après égrenage

Le séchage complémentaire du maïs était effectué par 67,4% de l'ensemble des producteurs pratiquant le mode de stockage en maïs grain avec une variabilité suivant la commune ($p=0,00$). En effet, 92,5%, 80%, 54,5% et 36,4% des producteurs adoptant ce mode de stockage faisaient le séchage complémentaire avant le stockage du maïs respectivement dans les communes de Toffo, Adjohoun, Aplahoué et Djidja.

Tri du maïs grain avant stockage

L'analyse des données avait montré que 98,9% de l'ensemble des producteurs adoptant le stockage du maïs grain faisaient le tri avant conservation.

Structures de stockage du maïs grain

Deux (02) principales catégories de structures étaient utilisées par les producteurs pour le stockage et la conservation du maïs grain. Il s'agissait des sacs PET (52,8%) pour le stockage en magasin et des fûts/bidons (43,8%). Les sacs en polyéthylène (PET) sont plus utilisés dans les communes de Djidja et Aplahoué alors que les fûts/bidons sont plus adoptés dans les communes de Lokossa, Adjohoun et Toffo (Tableau 7).

Traitement du maïs grain lors de la conservation

Cette pratique était observée chez 67,4% des producteurs adoptant le mode de stockage en maïs grain. Une analyse suivant la commune montre que 90,9% des producteurs adoptant ce mode de stockage traitaient le maïs dans la commune d'Aplahoué ($\chi^2= 7,36$; $P = 0,007$) contre 86,4% ($\chi^2= 11,64$; $P = 0,0006$), 70% et 55% respectivement dans les communes de Djidja, Adjohoun et Toffo (Tableau 8). Il existait donc une différence significative entre le nombre de producteurs adoptant le mode de stockage en maïs grain et faisant usage de produits de conservation en fonction de la commune ($P=0,05$).

Produits de traitement du maïs grain utilisés par les producteurs lors de la conservation

Les producteurs stockant le maïs grain utilisaient uniquement des produits chimiques. En effet, 90,9%, 86,4%, 70% et 55,0% des producteurs stockant le maïs grain respectivement dans les communes d'Aplahoué ($\chi^2= 7,36$; $P = 0,007$), de Djidja ($\chi^2= 11,64$; $P = 0,0006$), d'Adjohoun ($\chi^2= 0,6$; $P = 0,21$) et Toffo ($\chi^2= 0,4$; $P = 0,53$), utilisaient des produits chimiques pour conserver la denrée (Tableau 9).

Différentes technologies de stockage et de conservation du maïs adoptées par les producteurs du sud et centre du Bénin

Au total, 24 technologies de stockage et de conservation du maïs dont 4 principales avaient été identifiées chez l'ensemble des producteurs enquêtés. En effet, 8 technologies avaient été identifiées par mode de stockage et de conservation. Pour le stockage des épis de maïs avec spathes, la principale technologie (Figure 2) se résumait comme suit : après séchage sur pied au champ, récolte et tri, les épis de maïs non déspathés étaient mis en stock dans des greniers en matériaux locaux puis traités avec des produits chimiques de conservation. Dans le cas du stockage des épis de maïs sans spathes, la principale technologie (Figure 3) se résumait comme suit : après séchage sur pied au champ, récolte, déspathage et tri, les épis de maïs sans spathes étaient mis en stock en vrac à même le sol dans des chambres d'habitation/magasins puis traités avec les produits chimiques de conservation ou avec des plantes répulsives. Concernant le stockage du maïs grain, les principales technologies se résumaient comme suit : après séchage sur pied au champ, récolte, déspathage, égrenage, séchage complémentaire au soleil, tri, vannage, le maïs grain était mis en stock dans des sacs PET puis traité avec des produits chimiques de conservation (Figure 4) ou mis en stock dans des fûts puis traité avec des produits chimiques de conservation (Figure 4).

Différents produits de conservation du maïs rencontrés dans notre zone d'étude

Les différents produits de conservation utilisés par les maïsiculteurs de notre zone d'étude, les doses appliquées ainsi que les modes d'utilisation sont résumés dans le Tableau 10.

Durée de conservation du maïs

La durée de conservation du maïs variait généralement de 1 à 9 mois. Toutefois certains producteurs conservaient leurs stocks de maïs au-delà d'un an. En effet, 42,8% des producteurs du maïs conservaient leurs stocks pendant 1 à 3 mois, 36,6% pendant 4 à 6 mois et 11,7% pendant 7 à 9 mois. Cette durée de

conservation des stocks variait d'une commune à une autre.

Analyse des raisons de l'adoption de certaines pratiques post récoltes par les producteurs du maïs du sud et centre du Bénin

Les producteurs du maïs se contentaient d'utiliser des structures réalisées avec des matériaux locaux ou des chambres d'habitation en raison de leur situation économique précaire. Aussi avaient-ils soulevé le problème de rareté des formations sur les techniques post récoltes de stockage et de conservation du maïs, ce qui justifiait le faible taux de producteurs ayant bénéficié d'une formation sur les bonnes pratiques post-récoltes obtenu. Le séchage du maïs sur pied au soleil était selon les producteurs d'une grande importance pour le fait qu'il permet de réduire le taux d'humidité de la denrée à un niveau considérable afin d'éviter son attaque rapide par les nuisibles, surtout les moisissures après récolte. Toutefois un séchage sur pied assez long expose également la denrée aux attaques de toute nature. Quant au séchage complémentaire après récolte, il permet selon les producteurs de réduire la teneur en eau du produit et lutte contre les microorganismes responsables de la dépréciation de la qualité des grains, réduisant ainsi les risques de pertes post récoltes, ce qui rend disponible le maïs grain de bonne qualité commerciale. Pour les producteurs, le tri et le vannage permettent de séparer le maïs des impuretés (morceaux d'épis, grains infectés) réduisant ainsi les niveaux d'infestation dans le maïs stocké. Les producteurs dans leur ensemble ne maîtrisaient pas les produits chimiques recommandés pour le stockage du maïs. Ils utilisaient toutes sortes de produits, à des doses méconnues et surtout sans prendre des précautions de protection. Selon ces producteurs, les produits chimiques de conservation ont un effet rapide mais ne sont certainement pas sans effets secondaires sur la qualité du produit final.

Par ailleurs, la plupart des producteurs s'adonnaient aux circuits d'approvisionnement informels puis justifiaient leurs choix par l'indisponibilité ou la cherté des produits homologués.

Tableau 2 : Caractéristiques sociodémographiques des producteurs de maïs enquêtés.

Caractéristiques		Effectif	Fréquence (%)
Sexe	Masculin	419	79,1
	Féminin	111	20,9
	Total	530	100,0
Niveau d'instruction	Non instruits	219	41,3
	Instruits	238	44,9
	Alphabétisés	73	13,8
	Total	530	100
Age	21-30 ans	60	11,3
	31-40 ans	210	39,6
	41-50 ans	167	31,5
	51-60 ans	74	14,0
	> 60 ans	19	3,6
	Total	530	100,0

Source : Enquête de terrain, août 2022

Tableau 3 : Pourcentage des producteurs ayant participé ou non une fois au moins à une formation sur les techniques de stockage et de conservation du maïs en fonction de la commune.

Communes	Producteurs n'ayant jamais participé à une formation		Producteurs ayant participé au moins une fois à une formation		Total Effectif
	Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)	
Ouèssè	66	77,60	19	22,40	85
Djidja	136	80,00	34	20,00	170
Aplahoué	61	96,80	2	3,20	63
Kétou	70	82,40	15	17,60	85
Lokossa	30	78,90	8	21,10	38
Adjohoun	27	69,20	12	30,80	39
Toffo	38	76,00	12	24,00	50
Total	428	80,80	102	19,20	530

Source : Enquête de terrain, août 2022.

Tableau 4 : Répartition des producteurs suivant le mode de stockage du maïs par commune.

Communes	Nombre de producteurs	Modes de stockage du maïs		
		En épis avec spathes	En épis sans spathes	En grains
Ouèssè	85	97,6%	1,2%	1,2%
Djidja	170	30,0%	57,1%	12,9%
Aplahoué	63	82,5%	0,0%	17,5%
Kétou	85	98,8%	0,0%	1,2%
Lokossa	38	89,5%	0,0%	10,5%
Adjohoun	39	74,4%	0,0%	25,6%
Toffo	50	20,0%	0,0%	80,0%
Total	530	64,7%	18,5%	16,8%

Source : Enquête de terrain, août 2022.

Tableau 5 : Répartition des producteurs suivant les structures adoptées pour le stockage et la conservation des épis de maïs avec spathes en fonction de la commune.

Communes	Nombre de producteurs	Structures de stockage		
		Greniers en matériaux locaux	Chambres pour stockage en vrac à même le sol	
Ouèssè	83	98,8%	1,2%	$\chi^2= 95,26$; $P<0,0001$
Djidja	51	94,1%	5,9%	$\chi^2= 77,79$; $P<0,0001$
Aplahoué	52	86,5%	13,5%	$\chi^2= 53,23$; $P<0,0001$
Kétou	84	96,4%	3,6%	$\chi^2= 86,12$; $P<0,0001$
Lokossa	34	67,6%	32,4%	$\chi^2= 12,39$; $P = 0,0004$
Adjohoun	29	62,1%	37,9%	$\chi^2= 5,86$; $P = 0,02$
Toffo	10	100%	0,0%	-
Total	343	89,5%	10,5%	

Source : Enquête de terrain, août 2022.

Tableau 6 : Pourcentage des producteurs suivant le type de produit utilisé pour la conservation du maïs avec spathes en fonction de la commune.

Communes	Effectif des producteurs	Types de produits de conservation					
		PC	PR	CFP	FP	Aucun	
Ouèssè	83	48 (57,8%)	0 (0,0%)	5 (6,0%)	1 (1,2%)	32 (38,6%)	$\chi^2= 70,0$ $P < 0,0001$
Djidja	51	18 (35,3%)	23 (45,1%)	0 (0,0%)	5 (9,8%)	8 (15,7%)	$\chi^2= 15,78$ $P = 0,001$
Aplahoué	52	28 (53,9%)	0 (0,0%)	1 (1,9%)	2 (3,8%)	22 (42,3%)	$\chi^2= 15,78$ $P = 0,001$
Kétou	84	28 (33,3%)	0 (0,0%)	13 (15,5%)	32 (38,1%)	20 (23,8%)	$\chi^2= 9,24$ $P = 0,03$
Lokossa	34	28 (82,4%)	0 (0,0%)	3 (8,8%)	3 (8,8%)	1 (2,9%)	$\chi^2= 56,7$ $P < 0,0001$
Adjohoun	29	17 (58,6%)	17 (58,6%)	0 (0,0%)	1 (3,4%)	5 (17,2%)	$\chi^2= 70,0$ $P = 0,0001$
Toffo	10	2 (20,0%)	0 (0,0%)	2 (20,0%)	5 (50,0%)	2 (20,0%)	$\chi^2= 2,45$ $P = 0,48$
Total	343	169 (49,3%)	40 (11,7%)	24 (7,0%)	49 (14,3%)	90 (26,2%)	

PC=Produits chimiques ; PR=Plantes répulsives ; CFP=Cendre + feuille de neem + piment

FP=Feuille de neem + piment.

Source : Enquête de terrain, août 2022.

Tableau 7 : Différentes structures de stockage utilisées par les producteurs stockant le maïs grain en fonction de la commune.

Communes	Effectif des producteurs	Structures de stockage		
		Greniers en matériaux locaux	Sacs PET disposés au magasin/ chambre	Fûts/bidons
Ouèssè	1	100%	0,0%	0,0%
Djidja	22	4,5%	95,5%	0,0%
Aplahoué	11	0,0%	90,9%	9,1%
Kétou	1	100%	0,0%	0,0%
Lokossa	4	0,0%	0,0%	100,0%
Adjohoun	10	0,0%	30,0%	70,0%
Toffo	40	0,0%	32,5%	67,5%
Total	89	3,4%	52,8%	43,8%

Source : Enquête de terrain, août 2022

Tableau 8 : Répartition des producteurs suivant qu'ils traitent ou pas le maïs grain avant stockage en fonction de la commune.

Communes	Producteurs ne traitant pas le maïs grain avant stockage	Producteurs traitant le maïs grain avant stockage	
Ouèssè	0(0,0%)	1(100,0%)	$\chi^2= 11,64$; P = 0,0006
Djidja	3(13,6%)	19(86,4%)	
Aplahoué	1(9,1%)	10(90,9%)	$\chi^2= 7,36$; P = 0,007
Kétou	0(0,0%)	1(100,0%)	
Lokossa	4(100,0%)	0(0,0%)	
Adjohoun	3(30,0%)	7(70,0%)	$\chi^2= 0,6$; P = 0,21
Toffo	18(45,0%)	22(55,0%)	
Total	29(32,6%)	60(67,4%)	$\chi^2= 0,40$; P = 0,53

Source : Enquête de terrain, août 2022

Tableau 9 : Répartition des producteurs faisant usage ou non des produits chimiques pour la conservation du maïs grain par commune.

Communes	Produits de conservation		
	Produits chimiques	Aucun produit	
Ouèssè	100,0%	0,0%	
Djidja	86,4%	13 ,6%	$\chi^2= 11,64$; P = 0,0006
Aplahoué	90,9%	9,1%	$\chi^2= 7,36$; P = 0,007
Kétou	100,0%	0,0%	
Lokossa	0,0%	100,0%	
Adjohoun	70,0%	30,0%	$\chi^2= 1,6$; P = 0,20
Toffo	55,0%	45,0%	$\chi^2= 0,32$; P = 0,47
Total	67,4%	32 ,6%	

Source : Enquête de terrain, août 2022

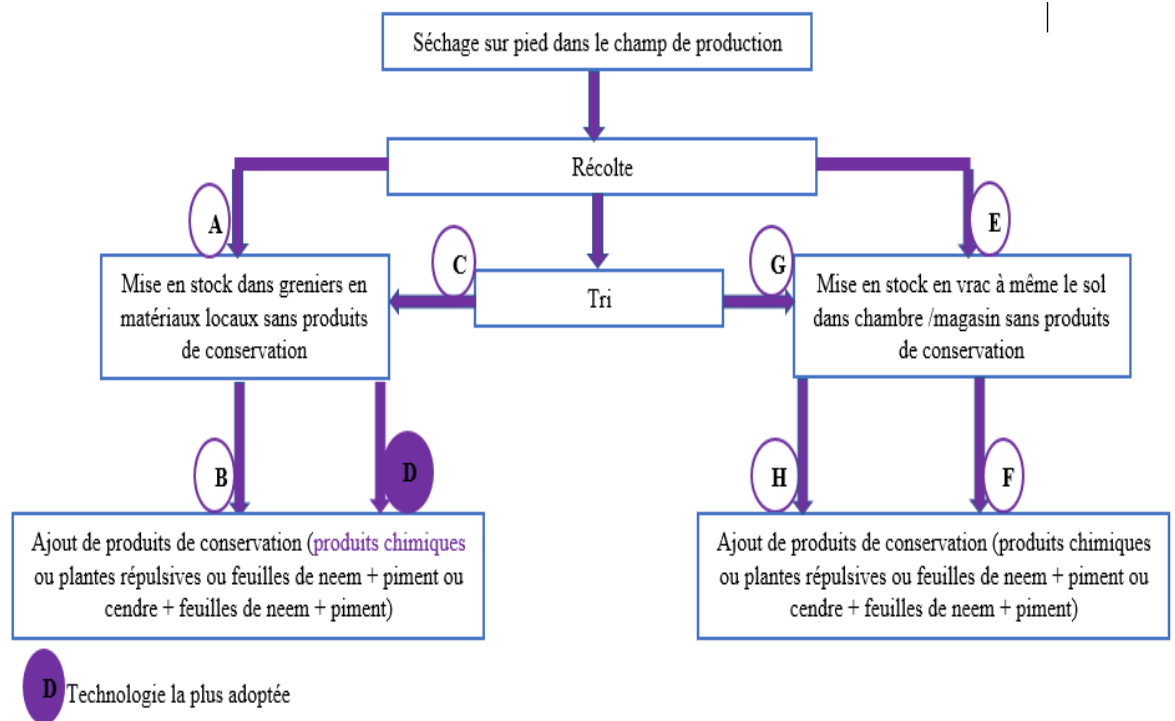


Figure 2 : Différentes technologies de stockage et de conservation des épis de maïs avec spathes dans les communes cibles.

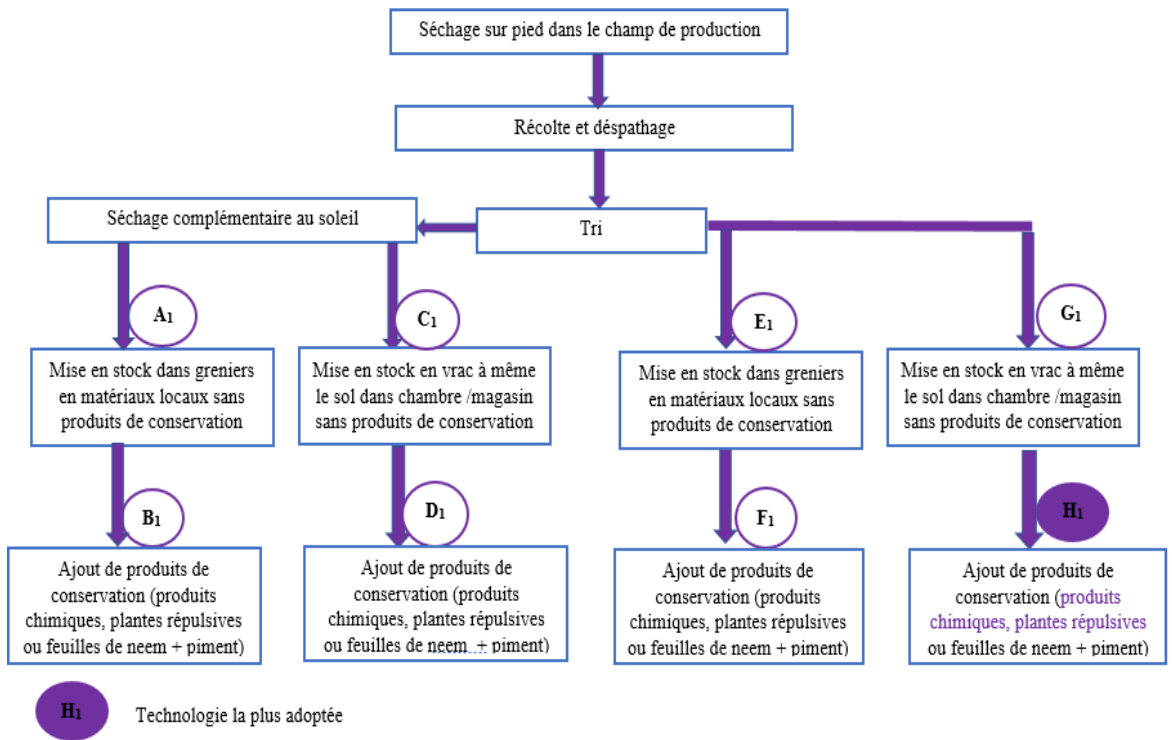


Figure 3 : Différentes technologies de stockage et de conservation des épis de maïs sans spathes dans les communes cibles.

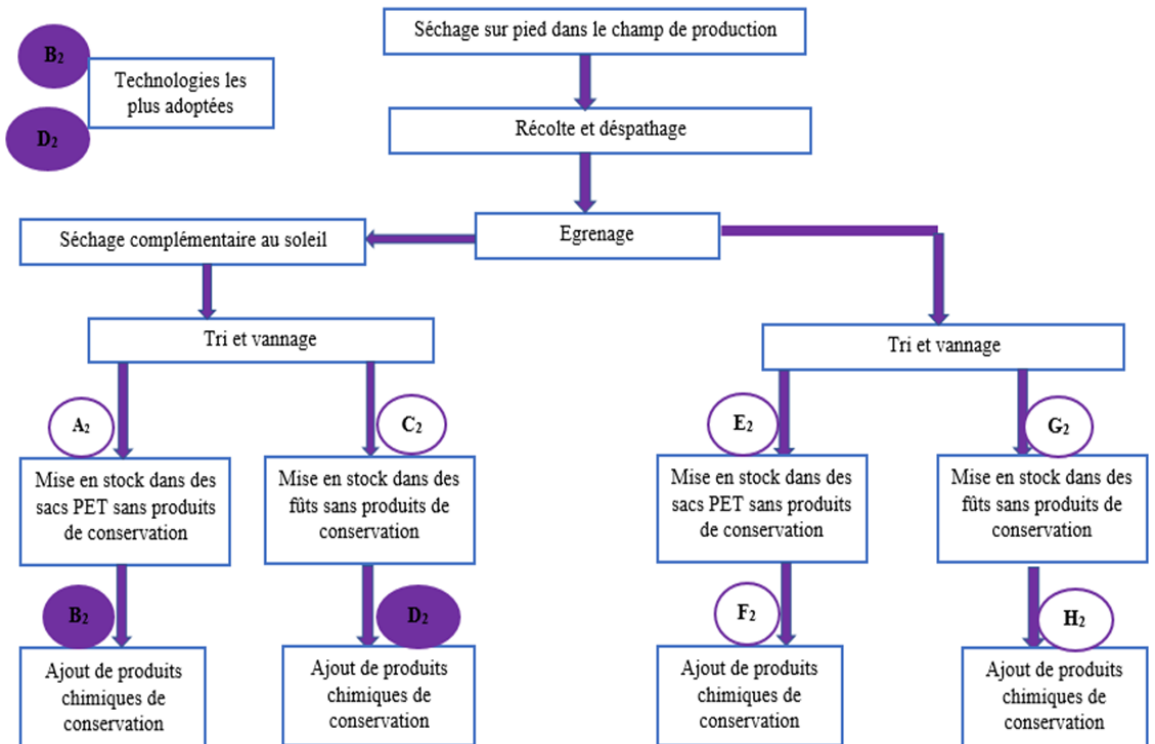


Figure 4 : Différentes technologies de stockage et de conservation de maïs grain dans les communes cibles.

Tableau 10 : description des produits de stockage et de conservation du maïs utilisés par les producteurs de la zone d'étude.

Produits chimiques de conservation et plantes répulsives		Dose appliquée	Mode d'utilisation	Mode de stockage
Nom commercial	Matière active			
LARACARE	Lambda-Cyhalothrine 2,5%	Varie d'un producteur à un autre	Mélange avec du sable ou de la cendre puis épandage sur des couches successives de maïs	Epis de maïs avec Spathes
Sniper	2,3 dichlorovinyl dimethylphosphate			
PACHA 25EC	Lambda-Cyhalothrine 15.g/l+ Acétamipride 10g/l			
GBAYEDO 56EC	Emamectine benzoate 24g/l+Acétamipride 32g/l			
BALLISTIC	Cyperméthrine 100g/l			
Lambda Super 5EC	Lambda-Cyhalothrine 25.g/l			
TOPSTOXIN	Aluminium phosphide 57%	Varie d'un producteur à un autre	-Extrait aqueux puis épandage sur des couches successives d'épis de maïs avec spathes -Feuilles fraîches de plantes disposées sur des couches successives d'épis de maïs avec ou sans spathes	Epis de maïs avec ou sans Spathes
<i>Azadirachta indica</i>	-			
<i>Hyptis suaveolens</i>	-			
Plastoxin	Aluminium phosphide 57%			
BEXTOXIN	Aluminium phosphide 57%	2 à 3 comprimés/morceaux pour 100Kg de maïs	Comprimés/morceaux attachés dans des morceaux de tissus ou de feuilles de ciment et déposés dans des sacs ou sous des sacs PET contenant du maïs	Maïs grain
ALADIN	Phosphure d'Aluminium 56%			
Fumiphos	Phosphure d'Aluminium 56%			
Actellic Gold Dust	Pirimiphos-methyl + Thiamethoxam 1,6% + 0,36%			
Topsin	Thiophanate Méthyl 70%			
Soufre (Houémi)	-	-		
Naphtaline (kanfo)	-			

Source : Enquête de terrain, août 2022.

DISCUSSION

Cette étude avait permis de mettre en évidence les pratiques des producteurs liées au stockage et à la conservation post récolte du maïs au centre et au sud-Bénin. Les résultats de l'enquête ont révélé que les hommes en plus d'être chefs de famille étaient chefs d'exploitation car le maïs était conservé par un taux élevé d'hommes (79,1%) que de femmes (20,9%). Ce résultat confirme celui de Sibiri et Kaboré (2014) qui avaient montré qu'il existe d'importantes disparités dans la production nationale du maïs en Afrique de l'ouest selon le genre.

Le stockage des épis de maïs avec spathes était le mode le plus adopté (64,7%) par les producteurs de maïs enquêtés alors que 18,5% et 16,8% respectivement des producteurs adoptaient le mode de stockage de maïs en épis sans spathes et le mode de stockage en maïs grain. Ce résultat est similaire à celui de N'da et al. (2022) obtenu suite à une étude réalisée au nord de la Côte d'Ivoire sur les pratiques paysannes et typologie des systèmes de stockage. D'après cette étude, le stockage des épis avec spathes était adopté par 49,00% des paysans alors que le stockage des épis de maïs déspathés et le stockage du maïs grain étaient adoptés respectivement par 47,10% et 3,90% des producteurs. L'adoption du mode de stockage du maïs en épis avec spathes par la majorité des producteurs se justifiait par le fait que le processus de stockage du maïs grain semble être contraignant selon les producteurs, nécessitant du temps et la mise en place de structures de stockage coûteux.

Les greniers en matériaux locaux étaient adoptés par 89,5% des producteurs pratiquant le stockage des épis de maïs avec spathes, les chambres/magasins étaient utilisées par 68,4% des producteurs pratiquant le stockage en épis sans spathes puis les sacs PET et les fûts/bidons étaient utilisés respectivement par 52,8% et 43,8% des producteurs pratiquant le stockage du maïs grain. Les structures de stockage adoptées par les producteurs étaient fonction du mode de stockage et de conservation pratiqué par les producteurs. Ce résultat confirme celui de Gueye et al. (2012) issu des travaux réalisés au sud et à l'est du Sénégal et

qui révélaient une corrélation entre mode et type de stockage de maïs adoptés par les producteurs.

Sur l'ensemble des producteurs faisant le stockage du maïs en spathes, 73,8% faisaient recours à un produit de traitement du maïs lors de la conservation. La quasi-totalité (99,9%) des producteurs faisant le stockage du maïs sans spathes traitaient la denrée alors que 67,4% des producteurs adoptant le stockage du maïs grain faisaient usage de produits de conservation ; soit 77,4% de l'ensemble des producteurs enquêtés. Le traitement du maïs lors de la conservation semble être une pratique courante chez les producteurs du sud et centre du Bénin quel que soit le mode de stockage adopté. Des résultats similaires ont été obtenus par Gueye et al. (2012) au Sénégal. Selon ces auteurs, le maïs est traité dans 72 % des cas par les maïsiculteurs. Notre résultat corrobore également celui de N'da et al. (2022) issu d'une étude réalisée au nord de la Côte d'Ivoire sur la gestion post-récolte du maïs (*Zea mays* L.) et qui révélait que 82,4% des maïsiculteurs traitent la denrée lors de la conservation. Les produits de conservation utilisés étaient souvent les produits chimiques (49,3%), les plantes répulsives et les mélanges de poudre de plantes répulsives et du piment en poudre (33%) dans le cas d'une conservation des épis avec spathes. Dans le cas des épis de maïs sans spathes, les plantes répulsives (65,3%) et les produits chimiques (34,7%) étaient les plus utilisés pour la conservation alors que les produits chimiques (67,4%) étaient les plus utilisés dans le cas du maïs grain. Les maïsiculteurs ont donc une forte dépendance aux produits chimiques pour la conservation de leur denrée. Ces résultats confirment ceux de Sankara et al. (2017) obtenus au Burkina-Faso et qui révélaient que pour la conservation du maïs, les producteurs appliquent des méthodes traditionnelles qui consistent en l'utilisation des plantes répulsives (*Azadirachta indica* et *Hyptis spicigera*) et de la matière inerte (cendre et calcaire) et des méthodes modernes qui consistent en l'utilisation des produits chimiques avec une dominance des méthodes modernes.

Plusieurs technologies de stockage et de conservation avaient été identifiées chez les maïsiculteurs. Ces technologies variaient surtout en fonction des structures de stockage et des produits de conservation. Ce résultat confirme celui de Ba et al. (2016) obtenu à l'issue d'une étude réalisée au Bénin, qui révélait que la variation des technologies de stockage et de conservation du maïs se trouve au niveau des structures de stockage, des pratiques, du conditionnement, du temps de séchage, des produits chimiques et des plantes locales utilisés. Selon ces mêmes auteurs, cette variabilité des technologies de stockage peut s'expliquer par la non-assistance des conseillers agricoles pendant la conservation du maïs.

Conclusion

Cette étude basée sur des enquêtes et des observations, avait permis d'identifier les différentes technologies de stockage et de conservation du maïs adoptées par les producteurs du sud et centre du Bénin. Au total 24 technologies dont 4 principales avaient été identifiées chez les producteurs du sud et centre du Bénin après analyse de leurs pratiques post récoltes de stockage et de conservation du maïs. La multiplication des ateliers de formation sur les technologies post récoltes de stockage et de conservation du maïs par les projets/programme et l'assistance des conseillers agricoles pendant la conservation du maïs s'avèrent donc nécessaires pour réduire voire empêcher cette variabilité des technologies post récoltes de stockage et de conservation observée au sein des maïsiculteurs.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt relatif à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OT : élaboration du protocole, collecte des données et rédaction du manuscrit, EAD : élaboration du protocole, analyses statistiques et rédaction du document final, SH : élaboration du protocole, collecte des données

et rédaction du manuscrit et DCC : supervision de tout le travail.

REMECIEMENTS

Nous remercions très sincèrement tous les acteurs agricoles qui ont participé à la phase de collecte des données, notamment les maïsiculteurs pour leur disponibilité.

REFERENCES

- Adjadi OC, Lokossou OG, Azéloknonon CD, Bankolé AK, Djinadou A, Ahoyo Adjovi RN, Adjanohoun A. 2015. Recueil de mets et de boissons à base de maïs consommés au Bénin, INRAB et PPAAO/WAAPP / Bibliothèque Nationale du Bénin : Bénin.
- Arouna A, Adégbola PY, Biao G. 2011. Analyse des coûts de stockage et de conservation du maïs au Sud-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - Numéro spécial 2 : Aspects économiques du stockage et de la conservation du maïs au Sud-Bénin ; 13-23.
- Ba R, Monteiro NMF, Houngue U, Donouhounsode MT, Gbaguidi F, Baba-moussa L. 2016. Perception des producteurs et impact des facteurs socio-économiques sur la connaissance des mycotoxines du maïs en stockage au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1): 155-166. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i1.11>
- Boone P, Stathacos CJD, Wanzie RL. 2008. Évaluation sous-régionale de la chaîne de valeurs du maïs. Rapport technique ATP n° 1. Bethesda, MD, USA: Abt Associates Inc.
- De Groot I. 2004. Protection des céréales et légumineuses stockées. Agrodok 18, Fondation Agromisa : Wageningen.
- Diop AA, Hounhoungan DJ, Kossou KD. 1997. *Conservation et Transformation des Grains*, Diop AA (ed). Manuel de référence pour techniciens spécialisés. Technologie post-récolte et commercialisation des produits vivriers. PADSA/DANIDA : Danemark ; 1-140.

- DSA. 2022. Disponible sur <https://dsa.agriculture.gouv.bj>
- Fandohan P, Hell K, Marasas WFO, Wingfield MJ. 2003. Infection of maize by Fusarium species and contamination with fumonisin in Africa. *African Journal of Biotechnology*, **2**(12): 570-579. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2003.000-1110>.
- Fandohan P, Houssou AP, Ahouansou A, Padonou SP, Megnanglo M, Vodouhè M, Kiki DG, Mensah GGS, Senou IM, Koudandé OD, Mensah GA. 2011. Fiche technique sur les diverses étapes de construction du grenier en terre amélioré pour le stockage des produits vivriers avec le dessous utilisé comme un poulailler, 4ème trimestre. Bibliothèque Nationale du Bénin (BNB) : Bénin.
- Guèye TM, Seck D, Wathelet JP, Lognay G. 2012. Typologie des systèmes de stockage et de conservation du maïs dans l'est et le sud du Sénégal. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, **16**(1) : 49-58. URL: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=8402>.
- INStaD. 2021. Taux d'inflation février 2021 [Available from: <https://insae.bj/statistiques/indicateurs-recents/231-taux-d-inflation-fevrier-2021>.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche). 2017. *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissement Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle* (PNIASAN 2017-2025). République du Bénin, 139 p.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche). 2010. *Annuaire de la Statistique*. Campagne 2009-2010. Cotonou, Bénin.
- N'da HA, Kouakou CK, N'cho AL. 2022. Gestion post-récolte du maïs (*Zea mays* L.) au Nord de la Côte d'Ivoire : pratique paysanne et typologie des systèmes de stockage. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(6): 2658-2672. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i6.16>
- Nanfack FM, Dongmo YZ, Fogang MAR. 2015. Les insectes impliqués dans les pertes post-récolte des céréales au Cameroun : méthodes actuelles de lutte et perspectives offertes par la transgénèse. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1630-1643. DOI: 10.4314/ijbcs.v9i3.42
- Sankara F, Sanou AG, Waongo A, Somda M, Toé P, Somda I. 2017. Pratique paysanne post récolte du maïs dans la région des Hauts-Bassins du Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **33** (1) : 5274-5288
- Sibiri JO, Kaboré WT. 2014. Etude prospective sur les pertes post récoltes en Afrique de l'ouest : cas de quelques pays côtiers et du sahel. Institut du sahel. Rapport définitif, 44p.
- Waongo A, Yamkoulga M, Dabire-Binso CL, Ba MN, Sanon A. 2013. Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(3): 1157-1167. DOI: 10.4314/ijbcs.v7i3.22