



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture



MANUEL

SUR LES TECHNOLOGIES DE RÉCOLTE, DE STOCKAGE & CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION DU MAÏS AU BÉNIN

MANUEL

SUR LES TECHNOLOGIES DE RÉCOLTE, DE STOCKAGE & CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION DU MAÏS AU BÉNIN

HOUSSOU A.F. Paul Maître de recherche du CAMES,
Docteur en Sciences et Technologies Agroalimentaires,
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

NAKOUZI Serge MSc, DOL (Oxon), FSMF, Chartered FCIPD
Représentant régional Adjoint de la FAO pour l'Afrique
Représentant par Intérim de la FAO Bénin

ADANGUIDI Jean Chargé de programme, FAO Bénin

BAHAMA Jean Officier en charge de la production et
de la protection des végétaux, FAO/RAF

Représentation de la FAO au Bénin

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Cotonou, 2019

Citation requise:

FAO/INRAB. 2019. (organisation ou individu). Année de publication. *Manuel sur les technologies de récolte, de stockage & conservation et de transformation du maïs au Bénin*. Cotonou. 92 pp.

Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ni de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, ni de l'INRAB aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO, ni de l'INRAB.

ISBN 978-92-5-131243-8 (FAO)

© FAO, 2019



Certains droits réservés. Ce travail est mis à la disposition du public selon les termes de la Licence Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 Organisations Internationales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO); <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.fr>.

Selon les termes de cette licence, ce travail peut être copié, diffusé et adapté à des fins non commerciales, sous réserve de mention appropriée de la source. Lors de l'utilisation de ce travail, aucune indication relative à l'approbation de la part de la FAO d'une organisation, de produits ou de services spécifiques ne doit apparaître. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si le travail est adapté, il doit donc être sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si ce document fait l'objet d'une traduction, il est obligatoire d'intégrer la clause de non responsabilité suivante accompagnée de la citation indiquée ci-dessous: «Cette traduction n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ou de l'exactitude de cette traduction. L'édition originale [langue] doit être l'édition qui fait autorité.»

Tout litige relatif à la licence ne pouvant être réglé à l'amiable sera soumis à une procédure de médiation et d'arbitrage au sens de l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire aux présentes. Les règles de médiation applicables seront celles de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/fr/mediation/rules>) et tout arbitrage sera mené conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI).

Documents de tierce partie. Les utilisateurs qui souhaitent réutiliser des matériels provenant de ce travail et qui sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, ont la responsabilité de déterminer si l'autorisation est requise pour la réutilisation et d'obtenir la permission du détenteur des droits d'auteur. Le risque de demandes résultant de la violation d'un composant du travail détenu par une tierce partie incombe exclusivement à l'utilisateur.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être acquis par le biais du courriel suivant: publications-sales@fao.org. Les demandes pour usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les demandes relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org.

TABLES DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	VII
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	IX
DÉFINITION DE QUELQUES CONCEPTS	XI
COMMENT UTILISER CE MANUEL ?	XIII
1. CONTEXTE	1
2. GROUPE CIBLE	3
3. CONTENU DU MANUEL	5
3.1. MODULE 1. RÉCOLTE ET STOCKAGE & CONSERVATION DU MAÏS	5
3.1.1. Bonnes pratiques de récolte du maïs	5
3.1.2. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux	6
3.1.3. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en terre fermée	7
3.1.4. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs grain dans les fûts, les silos et les magasins	8
3.2. MODULE 2. TRANSFORMATION DU MAÏS	10
3.2.1. Production de Gambari-Lifin de bonne qualité	10
3.2.2. Production de Yèkè-Yèkè (couscous de maïs) de bonne qualité	11
3.2.3. Production de Yèkè-Yèkè enrichi au niébé ou au voandzou	12
4. IMPLICATION POUR LE DÉVELOPPEMENT	13
5. CONCLUSION	15
6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	17
7. ANNEXES	19
FICHE TECHNIQUE 1. « BONNES PRATIQUES » DE RÉCOLTE DU MAÏS	21
POSTER 1. COMMENT BIEN RÉCOLTER LE MAÏS ?	25
FICHE TECHNIQUE 2. « BONNES PRATIQUES » DE STOCKAGE & CONSERVATION DU MAÏS DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN MATÉRIAUX VÉGÉTAUX	27
POSTER 2. COMMENT BIEN STOCKER ET CONSERVER LE MAÏS DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN MATÉRIAUX VÉGÉTAUX ?	33
FICHE TECHNIQUE 3. « BONNES PRATIQUES » DE STOCKAGE & CONSERVATION DU MAÏS DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN TERRE FERMÉE CONSERVATION DU MAÏS DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN MATÉRIAUX VÉGÉTAUX	35
POSTER 3. COMMENT BIEN STOCKER ET CONSERVER LE MAÏS DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN TERRE FERMÉE ?	41
FICHE TECHNIQUE 4. « BONNES PRATIQUES » DE STOCKAGE & CONSERVATION DU MAÏS GRAINS DANS LES FÛTS, LES SILOS ET LES MAGASINS	43
POSTER 4A. COMMENT BIEN STOCKER ET CONSERVER LE MAÏS GRAINS EN SACS POLYÉTHYLÈNES ET POLYPROPYLÈNES TISSÉS SIMPLES ?	50
POSTER 4B. COMMENT BIEN STOCKER ET CONSERVER LE MAÏS GRAINS DANS LES SILOS MÉTALLIQUES ET LES FÛTS MÉTALLIQUES OU PLASTIQUES ?	51
FICHE TECHNIQUE 5. PRODUCTION DE GAMBARI-LIFIN DE BONNE QUALITÉ CONSERVATION	

DU MAÏS GRAINS DANS LES FÛTS, LES SILOS ET LES MAGASINS.....	53
POSTER 5. COMMENT PRODUIRE DE GAMBARI-LIFIN DE BONNE QUALITÉ ?	59
FICHE TECHNIQUE 6. PRODUCTION DE YÊKÈ-YÊKÈ DE BONNE QUALITÉQUALITÉCONSERVATION DU MAÏS GRAINS DANS LES FÛTS, LES SILOS ET LES MAGASINS.....	61
POSTER 6. COMMENT PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ DE BONNE QUALITÉ ?	68
FICHE TECHNIQUE 7. PRODUCTION DE YÊKÈ-YÊKÈ ENRICHIS AU NIÉBÉ OU VOANDZOU	69
POSTER 7. COMMENT PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ ENRICHIS AU NIÉBÉ OU VOANDZOU ?	77

FIGURES

Figure 01. Photo de la récolte de l'épi de maïs de la tige.....	6
Figure 02a. Photo des épis de maïs despathés non attaqués.....	6
Figure 02b. Photo des épis de maïs despathés attaqués et moisissés	6
Figure 03. Photo d'épis de maïs sans spathe	7
Figure 04. Photo de grenier amélioré en matériaux végétaux.....	7
Figure 05. Photo des grains de maïs propres et prêts à être stockés.....	8
Figure 06. Photo de grenier amélioré en terre fermé	8
Figure 07. Photo des sacs de maïs en stock dans un magasin bien aéré	9
Figure 08. Photo des silos métalliques pour le stockage de maïs grain	9
Figure 09. Photo des grains de maïs.....	10
Figure 10. Photo de Gambari-Lifin emballé.....	10
Figure 11. Photo d'un rouleur-calibreur	11
Figure 12. Photo de Yêkè-Yêkè emballé.....	11
Figure 13. Photo de séchage des granules pré-cuits dans un séchoir hybride.....	12
Figure 14. Photos de Yêkè-Yêkè enrichi au niébé (à gauche) et au voandzou (à droite) bien emballé	12

Remerciements

Financé par la FAO, le présent document a été élaboré par le Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) dans le cadre des activités du projet TCP/BEN/3603 « Intensification durable de la production du maïs chez les petits producteurs des départements de l'Alibori et du Borgou au Bénin ». Les informations contenues dans ce manuel ont été compilées avec l'aide des productrices, producteurs, transformatrices, transformateurs et sur la base des expériences du PTAA/INRAB dans

le domaine du stockage & conservation et de la transformation du maïs.

De sincères remerciements sont adressés à la FAO, aux Responsables de l'INRAB, aux productrices, producteurs, transformatrices, transformateurs et aux chercheurs qui ont contribué à l'élaboration de ce manuel.

Aussi, tenons-nous à remercier les personnes ressources et experts qui ont participé activement à l'atelier de validation de ce manuel et des fiches techniques qui l'accompagnent. Il s'agit de:

N°	Nom et prénoms	Structure
1	HOTEGNI Abel	PTAA/INRAB
2	QUENUM Jodelle Conceptia	INRAB
3	GBAGUIDI Brice	IITA
4	YEHOUESSI Bonaventure	DQIFE/MAEP
5	BOURAÏMA yacouba	Personne ressource
6	HOUNMENO Armel	EUDOX BEATITUDES
7	MIGAN Marguérite	transformatrice
8	DALODE-VIERA Générose	Enseignante-chercheur/UAC
9	HOUNNOU Bernadette	PTAA/INRAB
10	HOUSSOU Paul	PTAA/INRAB
11	BOHOUN Ghislain	DANA
12	MONHOUANOU Jean	Personne ressource
13	MENSAH Guy Apollinaire	INRAB
14	AZONSI Djibril	FUPRO

Sigles et abréviations

DICAF	Direction des Innovations, du Conseil Agricole et de la Formation opérationnelle
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
HELVETAS	Swiss Intercooperation
IFDC	International Fertilizer Development Center
INRAB	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PICS	Purdue Improved Crops Storage
PPAAO	Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest
PTAA	Programme Technologies Agricole et Alimentaire

Définition de quelques concepts

Bonnes pratiques: ensemble des conditions et procédés retenus meilleurs et indispensables pour la sécurité et la qualité d'un produit donné.

Ravageurs: organismes vivants (bactéries, champignons, insectes, rongeurs) qui attaquent les plantes cultivées ou les récoltes stockées, en causant un préjudice quantitatif et qualitatif au détriment des agriculteurs.

Stockage: opération qui consiste à entreposer les produits en un lieu déterminé et pour une période donnée. En matière de commercialisation du maïs, le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, le maïs dans un magasin suivant des normes et des règles qui permettent le maintien en bon état des grains.

Stockage & conservation: entreposer le produit dans une structure appropriée après traitement avec un produit de conservation homologué. De cette façon, la quantité et la qualité du maïs demeurent autant que possible intactes après une période de plus de trois mois.

Produits de conservation homologués: substances chimiques naturelles ou fabriquées de façon artificielle destinées à lutter contre les parasites végétaux ou animaux nuisibles aux cultures, aux récoltes et dont l'emploi est autorisé officiellement au Bénin.

Spathes: enveloppes qui protègent l'épi

de maïs et se dessèchent à la maturité des grains.

Despathage du maïs: opération qui consiste à débarrasser les épis de maïs de leurs enveloppes (spathes).

Aire de séchage: espace délimité et aménagé, propre, servant au séchage des grains.

Denrées agricoles: produits issus de l'agriculture et destinés à la consommation alimentaire.

Qualité sanitaire: ensemble des propriétés et des caractéristiques d'un produit alimentaire qui fait que sa consommation ne constitue pas un danger pour l'homme ou l'animal.

Qualités organoleptiques: propriétés perceptibles avec les organes de sens notamment la couleur, le goût, l'arôme, l'apparence et l'ouïe.

Taux d'humidité: quantité d'eau en pourcentage ou teneur en eau présente dans les grains.

Gambari-Lifin: farine très blanche, légèrement fermentée et de granulométrie très fine. Elle est issue du maïs décortiqué et dégermé.

Décorticage (des grains): opération qui consiste à enlever le péricarpe (couche externe) des grains de maïs ou graines de légumineuses.

Dégermage: opération qui consiste à retirer le germe du grain.

Gritz de maïs: petits morceaux de grains de maïs obtenus après décorticage.

Granules: petits grains.

Mawè: pâte crue de mouture humide de maïs.

Yêkè-Yêkè: couscous de maïs obtenu à partir de la pâte non fermentée de maïs. Cette pâte est réduite en granules qui sont cuits à la vapeur.

Séchage solaire: opération qui permet de réduire la teneur en eau d'un produit en le séchant au soleil et à l'aide d'un séchoir solaire.

Stock: ensemble des produits disponibles physiquement dans une structure de stockage pour une utilisation ultérieure.

Structures de stockage: enceinte appropriée dont la finalité est de contenir et de préserver les denrées pendant une durée donnée.

Comment utiliser ce manuel ?

Le présent manuel, avec ses fiches techniques et posters en annexe, est élaboré pour servir d'outil d'aide aux productrices, producteurs, transformatrices et transformateurs afin qu'ils puissent améliorer leurs pratiques des opérations de récolte, de stockage & conservation et de transformation du maïs. Ce manuel, avec ses fiches et posters, participe au renforcement de capacité

des acteurs de la filière maïs. Toutefois, l'utilisation des technologies décrites dans ce manuel doit tenir aussi compte lors de leur mise en œuvre des conditions socio-économiques des utilisateurs. Enfin, ce manuel est utilisable comme un des outils d'informations et de formations sur les opérations de récolte, de stockage & conservation et de transformation du maïs.

1. Contexte

Au Bénin, le maïs joue un rôle important aussi bien dans les systèmes de production agricoles où plus de 50% des superficies cultivées sont consacrées à sa culture que dans l'économie locale et l'alimentation des populations (PSRSA, 2010). Le maïs est la céréale la plus cultivée au Bénin. Sa production annuelle est passée de 1.205.200 tonnes en 2009 à 1.572.671 tonnes en 2013 (Adégbola et al., 2013; INSAE, 2013). Il intervient à plus de 85 % dans l'alimentation humaine sous diverses formes (frais, grillé, combiné aux arachides, farines, etc.). Il est utilisé pour la préparation d'autres aliments comme la pâte, la bouillie, l'akassa, etc. (Nago et al., 1997; Adjadi et al., 2015). Cette augmentation de la production, due à l'utilisation diversifiée du maïs, entraîne des problèmes post-récolte.

Outre la production, le stockage & conservation et la transformation constituent les principaux maillons de la chaîne de valeur maïs. Compte tenu de leur importance dans l'atteinte des objectifs du projet TCP/BEN/3603 (« Intensification durable de la production du maïs chez les petits producteurs des départements de l'Alibori et du Borgou au Bénin »), il a été prévu une gamme d'activités prenant en compte tous les maillons de la filière en amont et en aval, au nombre desquelles l'élaboration des fiches techniques et d'un manuel de stockage & conservation et de transformation du maïs au Bénin.

Dans le domaine de stockage & conservation, les travaux de recherche effectués dans le cadre du Programme d'Appui au Développement du Secteur Agricole (PADSA) pour atténuer l'ampleur des pertes post-récolte ont permis de développer et d'améliorer plusieurs

structures de stockage ainsi que des techniques de conservation. Parmi ces structures de stockage & conservation introduites, on peut citer les greniers améliorés en matériaux végétaux tressés (mallotus, raphia, bambou, neem, etc.) pour le stockage de maïs en épis et les greniers améliorés en terre fermés pour le stockage de maïs grains (Fandohan et al., 2011). Plusieurs organismes tels que le MAEP, l'IFDC, HELVETAS-BENIN et le PAM ont beaucoup contribué dans ce domaine par l'élaboration des manuels/guides de formation portant sur les « bonnes pratiques» agricoles et celles de post-récolte du maïs. Ces manuels et guides ont, pour rôle, d'aider les formateurs et producteurs à adopter les « bonnes pratiques» agricoles. Malgré tous les efforts consentis par ces structures, force est de constater que les producteurs utilisent toujours les techniques inappropriées de conservation comme le stockage des épis dans le grenier amélioré en terre fermé, le despathage du maïs à la maison, l'utilisation de la cendre de bois, l'eau issue de la distillation du vin de palme, les insecticides pour le coton, etc.. Autant de pratiques malsaines sur lesquelles il urge d'attirer l'attention de ces producteurs et formatrices. Par ailleurs, les pratiques paysannes étant évolutives, il est alors nécessaire d'actualiser ces fiches techniques en juxtaposant les « bonnes pratiques» à utiliser et les mauvaises pratiques à éviter.

Dans le domaine de la transformation, des technologies prometteuses ayant une bonne valeur ajoutée ont été développées. Ceci, dans le cadre de la mise en œuvre du Projet PPAO/WAAPP intitulé 'Développement de technologies appropriées de transformation et de

conditionnement pour l'amélioration de la qualité de *Gambari-Lifin*, *Ablo* et *Yêkè-Yêkè*, trois produits dérivés du maïs au Bénin". Les fiches techniques issues des technologies de *Gambari-Lifin* et de *Yêkè-Yêkè* avec ses variantes ont été aussi actualisées pour enrichir ce manuel.

Ce manuel initié et financé par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) est un outil de formations et d'informations devant permettre aux productrices, producteurs, transformatrices et transformateurs, qui appliquent les « bonnes pratiques » décrites, d'avoir une amélioration qualitative et

quantitative de leurs produits et d'améliorer substantiellement leurs revenus. Ce manuel comporte essentiellement deux grands modules que sont -i- le module 1 aborde les aspects liés à la récolte et au stockage & conservation du maïs; -ii- le module 2 est relatif à la transformation du maïs en produits dérivés. Il est annexé par des fiches techniques et posters détaillés sur chacune des technologies décrites.

2. Groupe cible

Le présent manuel de formation et d'informations est un matériel didactique destiné aux vulgarisateurs, aux chercheurs, aux formatrices et formateurs, aux techniciennes et techniciens, aux animatrices et animateurs. En effet, ce manuel s'adresse essentiellement aux productrices, producteurs, formatrices

et transformateurs qui sont les principaux acteurs dans le processus de stockage & conservation et de transformation du maïs et, en retour, capables de former leurs pairs.

3. Contenu du manuel

Le manuel sur les technologies de récolte, de stockage & conservation et de transformation du maïs au Bénin comprend deux (02) modules. Le module 1 comporte la description de quatre (04) technologies améliorées de stockage & conservation. Il s'agit des technologies suivantes :

- Bonnes pratiques de récolte du maïs;
- Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux;
- Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en terre fermée;
- Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs grains dans

les fûts, les silos métalliques et les magasins.

Le module 2 présente la description de trois (03) technologies améliorées de transformation de maïs en produits dérivés. Il s'agit de :

- Production de Gambari-Lifin de bonne qualité;
- Production de Yêkè-Yêkè de bonne qualité;
- Production de Yêkè-Yêkè enrichi au niébé ou au voandzou.

3.1. Module 1. Récolte et stockage & conservation du maïs

Le module 1 aborde les aspects liés à la récolte, au stockage et à la conservation du maïs. Il présente de façon succincte, sous forme de résumé, les quatre technologies relatives aux bonnes pratiques de récolte et de stockage & conservation du maïs au Bénin. Les détails sur ces technologies sont présentés en annexe de ce manuel sous forme de fiches techniques et posters.

3.1.1. Bonnes pratiques de récolte du maïs

Les bonnes pratiques de récolte du maïs exigent certaines conditions préalables à la récolte de maïs (HELVETAS-BENIN, 2017). Ces conditions se rapportent à la qualité des semences à cultiver, aux pratiques culturales et à la meilleure période de récolte (IFDC, 2016). Ces

conditions exigent quatre (04) opérations principales pour la récolte manuelle du maïs en spath. Il s'agit de (i) récolter l'épi de maïs sans spathes et sur pied (Figure 01); (ii) séparer les épis de maïs sains des épis atteints ou infectés; (iii) utiliser des sacs ou des paniers pour la récolte des épis de maïs du champ; (iv) transporter, immédiatement après la récolte, les sacs ou paniers remplis des épis de maïs du champ vers la structure adéquate de stockage & conservation du maïs. Les pratiques à éviter sont les suivantes :

- récolter le maïs en période humide lorsque la teneur en eau du grain (exception faite du maïs frais pour la consommation) est encore élevée (séchage difficile et attaque de moisissures);
- récolter immédiatement après une pluie;

- faire une récolte prématurée à cause des pertes quantitatives (grains immatures, turgescents, sujets aux attaques des mammifères rongeurs et des oiseaux, etc.) et qualitatives (sujets aux attaques d'insectes, de moisissures, d'aflatoxine et autres mycotoxines, etc.);
- déposer les épis de maïs récoltés à même le sol;
- etc..

En annexe, se trouvent une fiche technique et un poster illustrés qui présentent les principales opérations successives en images pour montrer les bonnes pratiques de récolte du maïs (**Confère Fiche technique 1 et Poster 1 en annexe**).



Figure 01. Photo de la récolte de l'épi de maïs de la tige

© PTAA/INRAB



Figure 02a. Photo des épis de maïs despathés non attaqués

© PTAA/INRAB



Figure 02b. Photo des épis de maïs despathés attaqués et moisis

© PTAA/INRAB

3.1.2. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux

Le grenier amélioré en matériaux végétaux est une structure généralement circulaire d'au moins 3 m de haut et de 3 m de diamètre au maximum, destiné pour le stockage & conservation des épis de maïs despathés pour une durée de 2 à 6 mois. Le respect des bonnes pratiques et des conditions préalables à la récolte favorisent la conservation du maïs en bon état dans ce type de grenier (Hodges et Stathers, 2014).

Six (06) opérations principales sont nécessaires pour la mise en stock des épis despathés de maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux (i) étaler les épis de maïs au soleil sur une aire de séchage propre; (ii) trier les épis en éliminant ceux déjà attaqués et moisis (Figure 02b). Les grains moisis doivent être brûlés ou enterrés; car ne doivent pas être consommés ni par les hommes ni par les animaux car ils contiendraient de l'aflatoxine; (iii) Soulever la partie de la toiture qui sert de couvercle du grenier; (iv) remplir le grenier par le haut par couches successives d'épis de maïs sains (Figure 02a) avec un traitement phytosanitaire pour un stockage de plus de trois mois; (v) refermer la partie de la

toiture ouverte après le remplissage; (vi) inspecter régulièrement l'état des stocks au moins une fois tous les 15 jours (PTAA, 2002; HELVETAS-BENIN, 2017). En plus de ces opérations, le grenier (Figure 04) doit être entretenu en rendant propres les alentours de façon régulière par un sarclage, un balayage et une incinération des déchets pour réduire les attaques du stock par les ravageurs (insectes, oiseaux, et mammifères rongeurs). Toutefois, il y a des pratiques non recommandées à éviter. Il s'agit, entre autres, d'éviter de :

- mettre d'autres céréales dans le grenier qui contient les épis de maïs;
- mélanger et stocker dans le même grenier les épis récoltés en des périodes différentes et de qualités différentes;
- etc..

La fiche technique 2 et le poster (**en annexe**) donnent des détails illustrés sur la manière de « bien stocker le maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux ».



Figure 04. Photo de grenier amélioré en matériaux végétaux

© PTAA/INRAB



Figure 03. Photo d'épis de maïs sans spathe

© PTAA/INRAB

3.1.3. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en terre fermé

Le grenier amélioré en terre fermé est destiné à un stockage des grains de maïs (Figure 05) pendant 2 à 6 mois (Fandohan, 2010; Fandohan *et al.*, 2011). Au-delà de

cette durée, il est conseillé d'utiliser un produit de conservation homologué et recommandé. Le stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en terre

fermé (Figure 6) nécessite neuf (09) étapes principales qui se présentent comme suit (i) trier sur une bâche le maïs despathé en séparant les épis sains des épis attequés et moisis; (ii) égrener les épis de maïs sains à l'aide d'une égreneuse; (iii) sécher les grains de maïs jusqu'à une teneur en eau d'environ 12 % (Norme Béninoise, 2006); (iv) chauffer l'intérieur du grenier pour un séchage des parois et la stérilisation de l'intérieur du grenier; (v) retirer le chapeau et le couvercle du grenier et saupoudrer les parois internes avec un insecticide homologué et recommandé; (vi) remplir le grenier avec les grains de maïs de façon alternée avec les produits de conservation homologués et recommandés; (vii) achever le remplissage par une couche du produit de conservation homologué et recommandé; (viii) ajuster le couvercle à l'ouverture apicale du grenier puis installer le chapeau; (ix) prélever le maïs par une vanne de vidange pour le suivi du stock (HELVETAS-BENIN, 2017; IFDC, 2016). Toutefois, il y a des pratiques à éviter :

- Faire des récoltes prématurées ou tardives;
- Mélanger les grains sains avec les épis ou les grains attequés.

La fiche technique 3 et le poster (**en annexe**) indiquent les principales opérations successives illustrées en image sur la manière de « bien stocker & conserver le maïs dans le grenier amélioré en terre fermé ».



Figure 05. Photo des grains de maïs propres et prêts à être stockés

© PTAA/INRAB



Figure 06. Photo de grenier amélioré en terre fermé

© PTAA/INRAB

3.1.4. Bonnes pratiques de stockage & conservation du maïs grain dans les fûts, les silos et les magasins

Le stockage du maïs grain dans les structures de stockage & conservation (Figure 07 et 08) doit respecter les normes en vigueur (Norme Béninoise, 2006). Dans le cas des fûts et silos métalliques, cinq (05) opérations principales sont nécessaires

pour Le stockage & conservation du maïs grain (HELVETAS-BENIN, 2017). Il s'agit de (i) rendre propre et de désinfecter l'intérieur des fûts et des silos à l'aide d'un produit homologué et recommandé; (ii) sécher l'intérieur du fût ou du silo;

(iii) remplir le fût ou le silo par couches de grains de maïs régulièrement alternées par une couche de produit de conservation (méthode sandwich); (iv) fermer hermétiquement le fût ou le silo; (v) mettre le fût ou le silo sur une palette dans un endroit couvert (Afrique Verte, 2004).

Pour ce qui concerne Le stockage & conservation du maïs grain dans les magasins, les sacs en polyéthylène et polypropylène tissé et les sacs PICS sont généralement utilisés. Dans le cas d'utilisation des sacs polyéthylène et polypropylène tissés, il faut suivre quatre (04) principales opérations qui se présentent comme suit (i) étaler une bâche et bien mélanger sur la bâche les grains de maïs avec le produit de conservation homologué et recommandé à la dose recommandée tout en respectant les règles de protection corporelle du manipulateur; (ii) remplir les sacs de grains de maïs traités; (iii) coudre correctement les sacs; (iv) entreposer les sacs de maïs sur les palettes dans un magasin bien aéré. De plus, le suivi du stock du maïs dans les sacs polyéthylène et polypropylène tissés est indispensable pour garantir un produit en stock de bonne qualité. En revanche, dans le cas d'utilisation des sacs PICS, il faut suivre les cinq (05) principales opérations ci-après (i) mettre les deux plastiques du sac PICS l'un dans l'autre et le tout dans le sac en polyéthylène; (ii) remplir doucement le sac de l'intérieur tout en secouant doucement l'ensemble pour éviter les poches d'air; (iii) presser le sac contenant le maïs pour chasser l'air de l'intérieur et ensuite attacher le cou serré avec une corde ou un fil; (iv) tortiller le bout du cou restant au-dessus du nœud et le courber en deux sur lui-même; (v) attacher ensemble et fermement le bout tortillé et courbé (HELVETAS-BENIN, 2017). Pour ce stockage, certaines mauvaises pratiques sont à éviter. Il s'agit de :

- utiliser des sacs ayant servi au stockage des intrants agricoles (engrais chimiques et autres);
- mettre les sacs de maïs directement en contact avec le sol et les murs;
- mélanger les vieux stocks et les nouveaux stocks dans les mêmes piles;
- etc..

La Fiche technique 4, les Posters 4a et 4b (**en annexe**) ainsi que les images illustrent les différentes étapes de stockage & conservation du maïs dans les fûts, les silos et les magasins.



Figure 07. Photo des sacs de maïs en stock dans un magasin bien aéré

© PTAA/INRAB



Figure 08. Photo des silos métalliques pour le stockage de maïs grain

© PTAA/INRAB

- mettre le maïs nouvellement récolté sur un ancien stock dans le fût ou le silo;

3.2. Module 2. Transformation du maïs

Le module 2 aborde les aspects liés à la transformation du maïs. Ici, trois technologies améliorées de transformation du maïs en produits dérivés sont décrites. Il s'agit des technologies de production de **Gambari-Lifin** et deux types de *Yèkè-Yèkè*. Les résumés de ces trois (03) technologies sont ci-dessous présentés et leurs détails sont annexés à ce manuel.

séchage de *Gambari-Lifin* doit se faire avec un séchoir amélioré (séchoir hybride ou Attesta) qui protège le produit contre les contaminations. La fiche technique de production de *Gambari-Lifin* et le poster (**en annexe**) décrivent de façon détaillée, avec images, les principales étapes successives de production de *Gambari-Lifin*.

3.2.1. Production de *Gambari-Lifin* de bonne qualité

Gambari-Lifin est une farine très blanche, légèrement fermentée et de granulométrie très fine. *Gambari-Lifin* est fréquemment utilisé pour préparer une pâte consommée avec diverses sauces lors des grands événements (Adjilé *et al.*, 2014). *Gambari-Lifin* peut être aussi utilisé en boulangerie à un taux d'incorporation de 5 à 15% dans la farine de blé pour préparer le pain ordinaire et jusqu'à 50% en pâtisserie pour la préparation des gâteaux (Houssou *et al.*, 2015; Houssou *et al.*, 2016a). Onze (11) principales opérations unitaires sont nécessaires pour produire *Gambari-Lifin* de bonne qualité.

Ces opérations se présentent comme suit : (i) vanner puis trier le maïs pour enlever toutes sortes d'impuretés afin d'avoir des grains de maïs propres (Figure 09) pour la transformation; (ii) asperger légèrement d'eau les grains de maïs; (iii) décortiquer et dégermer les grains de maïs à l'aide d'une décortiqueuse; (iv) débarrasser par tamisage le gritz du son et de la fraction grossière de la farine de maïs; (v) tremper le gritz dans l'eau pendant 16 heures; (vi) laver et égoutter le gritz à l'aide d'une passoire; (vii) moulin le gritz humide avec un moulin à meules; (viii) sécher au soleil la farine humide; (ix) moulin la farine séchée à l'aide du moulin à meules; (x) tamiser la farine séchée; (xi) conditionner la farine dans un emballage adéquat (Figure 10) [Monteiro *et al.*, 2015; Houssou *et al.*, 2016a]. Le



Figure 09. Photo des grains de maïs

© PTAA/INRAB



Figure 10. Photo de *Gambari-Lifin* emballé

© PTAA/INRAB

3.2.2. Production de *Yèkè-Yèkè* (couscous de maïs) de bonne qualité

Yèkè-Yèkè est un couscous de maïs obtenu à partir de la pâte non fermentée de maïs appelée *Mawè* (Houssou *et al.*, 2016b). Cette pâte est réduite en granules (Adjadi *et al.*, 2015).

La production de *Yèkè-Yèkè* de bonne qualité passe par les treize (13) opérations principales suivantes (i) vanner puis trier le maïs pour enlever toutes sortes d'impuretés; (ii) asperger légèrement d'eau les grains de maïs; (iii) décortiquer et dégermer les grains de maïs à l'aide d'une décortiqueuse Engelberg; (iv) débarrasser le gritz du son de maïs; (v) tremper le gritz dans l'eau pendant 7 heures; (vi) laver et égoutter le gritz à l'aide d'une passoire; (vii) moudre le gritz humide à l'aide d'un moulin à meules pour obtenir du *Mawè* non fermenté; (viii) ajouter de l'eau au *Mawè*, puis après mélanger, pendant 8 à 10 minutes; (ix) rouler la pâte sous forme de granules à l'aide de *sassado* ou un rouleur-calibreur (Figure 11); (x) précuire les granules à la vapeur dans un couscoussier; (xi) sécher au soleil à l'aide d'un séchoir amélioré; (xii) tamiser *Yèkè-Yèkè* séché à l'aide d'un tamis inoxydable; (xiii) conditionner *Yèkè-Yèkè* dans un double emballage.

La fiche technique suivie d'un poster (en annexe) porte sur la recette pour bien produire de *Yèkè-Yèkè* de bonne qualité (Figure 12).



Figure 11. Photo d'un rouleur-calibreur

© PTAA/INRAB



Figure 12. Photo de *Yèkè-Yèkè* emballé

© PTAA/INRAB

3.2.3. Production de Yêkè-Yêkè enrichi au niébè ou au voandzou

Yêkè-Yêkè enrichi (niébè ou voandzou) s'obtient par le mélange de 4/5 (80%) de farine de Mawê et 1/5 (20%) de la farine de niébè ou de voandzou (Houssou *et al.*, 2014; Houssou *et al.*, 2016b). La farine de niébè est produite suivant les opérations de triage, lavage, concassage, vannage et de mouture. Quant à la farine de voandzou, elle s'obtient après les opérations de triage, de lavage, de séchage et de mouture. Les grandes étapes de production du Yêkè-Yêkè enrichi se résument en six (06) opérations (i) mélanger la farine de niébè ou du voandzou avec la farine de Mawê en y ajoutant un peu d'eau pour malaxer afin d'avoir une pâte ayant une teneur d'environ 46%; (ii) rouler la pâte sous forme de granules à l'aide de sassado ou de rouleur-calibreur; (iii) précuire les granules obtenus à la vapeur à l'aide d'un couscoussier; (iv) sécher les granules précuits au soleil en utilisant un séchoir solaire amélioré qui protège le produit contre les contaminations (Figure 13); (v) tamiser et calibrer le Yêkè-Yêkè enrichi à l'aide d'un tamis inoxydable; (vi) conditionner Yêkè-Yêkè dans un double emballage (Figure 14). A l'instar de la technologie précédente, la fiche technique 7 et son poster (**en annexe**) présentent les détails et les images des principales opérations successives d'obtention de Yêkè-Yêkè enrichi au niébè ou au voandzou.



Figure 13. Photo de séchage des granules précuits dans un séchoir hybride

© PTAA/INRAB



Figure 14. Photos de Yêkè-Yêkè enrichi au niébè (à gauche) et au voandzou (à droite) bien emballé

© PTAA/INRAB

4. Implication pour le développement

Les bonnes pratiques de récolte, de stockage & conservation et de transformation du maïs développées dans ce manuel permettent aux producteurs et transformateurs de minimiser les pertes post récolte et de valoriser les chaînes de valeur maïs. L'utilisation de ce manuel à bon escient et l'application des bonnes pratiques qui y sont décrites doivent permettre la bonne gestion de la phase post-récolte, l'obtention d'un produit de meilleure qualité et l'augmentation des revenus des producteurs, transformateurs et commerçants.

5. Conclusion

Les bonnes pratiques de récolte, de stockage & conservation et de transformation de maïs décrites dans ce manuel constituent des outils devant permettre aux acteurs que sont les producteurs et transformateurs d'améliorer leur savoir-faire. Ce faisant, ces acteurs vont réduire les pertes post-récolte et améliorer également la qualité de leur produit. La diffusion de ce manuel ainsi que les fiches et posters sont alors nécessaires pour le développement des chaînes de valeur maïs au Bénin et dans la sous-région.

6. Références bibliographiques

- Adégbola, Y., P., Djinadou, A., K., A., Ahoyo Adjovi, N., R., Allagbé, C., M., Gotoechan M., H, Adjanohoun, A. et Mensah, G., A.** 2013. «Synthèse bibliographique des travaux de recherche effectués sur la filière maïs de 2000 à 2012 au Bénin », *Document Technique et d'Information, CNS-Maïs, INRAB, PPAAO/WAAPP, ProCADet MAEP/Bénin, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin*, 117 p. En ligne (on line) sur <http://www.slire.net>.
- Adjadi, O., C., Lokossou, O., G., Azéloknonon, C., D., Bankolé, A., K., Djinadou, A., Ahoyo Adjovi ,R., N. et Adjanohoun, A.** 2015. *Recueil de mets et de boissons à base de maïs consommés au Bénin*, INRAB et PPAAO/WAAPP / Bénin, Bibliothèque Nationale du Bénin, 155 p.
- Adjilé, A., N., Houssou, A., P., F., Monteiro, N., Fainou, M., C., Akissoe, N., H. et Toukourou, F.** 2014. «Caractérisation du procédé de Gambari-Lifin (farine de maïs décortiqué-dégermé) et influence de la variété de maïs sur la qualité physico-chimique et rhéologique », *Revue 'Nature et Technologie' B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, n° 12, p. 141-149.
- Afrique verte.** 2004. *Technique de stockage & conservation des céréales. Module de formation.* 35 p.
- Fandohan, P.** 2010. *Guide pratique de construction et d'utilisation du grenier en terre amélioré pour le stockage du maïs. Fiche technique.* 1^{er} trimestre, Bibliothèque nationale (BN) du Bénin.
- Fandohan, P., Houssou, A., P., Ahouansou, A., Padonou, S., P., Megnanglo, M., Vodouhè, M., Kiki, D., G., Mensah, G., G., S., Senou, I., M., Koudandé, O., D. et Mensah G., A.** 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*, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.
- HELVETAS Swiss Intercoopération Bénin.** 2017. *Manuel de formation participative sur les bonnes pratiques post-récolte du maïs au Bénin. Manuel du facilitateur*, 55 p.
- Hodges, R. et Stathers, T.** 2014. *Manuel de formation pour l'Amélioration du Traitement et du Stockage des Grains après récolte.* Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies, <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/reports/wfp256912.pdf>, 2014, 256 p.

- Houssou, P., Adjoviahoyo, N., R., Ahouansou, R., Dansou, V., Djivoh, H., Adjanohoun, A. et Mensah, G., A.** 2014. «*Production de Yêkè-Yêkè (couscous de maïs) enrichi au niébé*», Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.
- Houssou, P., Ahoyoadjovi, R., N., Hounyêvou-klotoé, A., Dansou, V., Olou, D., Djivoh H. et Ekpo, J.** 2015. *Guide pratique pour la production de Gambari-Lifin au Bénin*, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, N° 8306, 4ème trimestre, p. 9.
- Houssou, P., Padonou, W., Vodouhè, M., Djivoh, H., Dansou, V., Hotegni, A. et Metohoue, R.** 2016b. «Amélioration de la qualité de Yêkè-Yêkè (couscous de maïs) par enrichissement aux différentes légumineuses au Bénin», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 16 N° 3, juin. 2016, p. 573-585.
- Houssou, P., Padonou, W., Vodouhè, M., Djivoh, H., Dansou, V., Hotegni, A. et Metohoue, R.** 2016a. «Production du Gambari-Lifin (farine raffinée de maïs) de bonne qualité par l'amélioration du procédé traditionnel production au Bénin», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 17, N° 1, juin 2016, p. 100-111.
- IFDC.** 2016. *Formation en technologies post – récolte, Manuel innovant genre sensible. Module 1 Formation sur Le stockage & conservation des produits agricoles*, 298 p.
- INSAE.** 2013. *Système d'information sur les treize filières porteuses de l'agriculture*, 1 p.
- Monteiro, N., M., F., Houssou, P., Akissoé, N., Djinadou Igue, K., A. et Mensah, G., A.** 2015. «Synthèse bibliographique sur la production et l'utilisation de la farine de maïs décortiqué du type Gambari-Lifin en Afrique», *Annales des sciences agronomiques* 19(2), vol. spécial, p. 107- 117.
- Norme Béninoise NB ISO 6322-1.** 2006. *Stockage des céréales et des légumineuses – Partie 1 Recommandations générales pour la conservation des céréales*. 21 p.
- PSRSA.** 2010. *Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole au Bénin Orientations stratégiques et Plan d'action*. Version finale, Cotonou. 110 p.
- PTAA.** 2002. *Utilisation du grenier amélioré en bambou tressé pour Le stockage & conservation du maïs au sud-Bénin*. Fiche technique. 8 p.

7. Annexes

- **Fiche technique 1.** « Bonnes pratiques » de récolte du maïs
Poster 1. Comment bien récolter le maïs ?

- **Fiche technique 2.** « Bonnes pratiques » de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux
Poster 2. Comment bien stocker et conserver le maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux ?

- **Fiche technique 3.** « Bonnes pratiques » de stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en terre fermée
Poster 3. Comment bien stocker et conserver le maïs dans le grenier amélioré en terre fermée ?

- **Fiche technique 4.** « Bonnes pratiques » de stockage & conservation du maïs grains dans les fûts, les silos et les magasins
Poster 4a. Comment bien stocker et conserver le maïs grains en sacs polyéthylènes et polypropylènes tissés simples ?

Poster 4b. Comment bien stocker et conserver le maïs grains dans les silos métalliques et les fûts métalliques ou plastiques ?

- **Fiche technique 5.** Production de Gambari-Lifin de bonne qualité
Poster 5. Comment produire de Gambari-Lifin de bonne qualité ?

- **Fiche technique 6.** Production de Yêkè-Yêkè de bonne qualité
Poster 6. Comment produire de Yêkè-Yêkè de bonne qualité ?

- **Fiche technique 7.** Production de Yêkè-Yêkè enrichi au niébé ou voandzou
Poster 7. Comment produire de Yêkè-Yêkè enrichi au niébé ou voandzou ?

FICHE TECHNIQUE N° 1

BONNES PRATIQUES DE RÉCOLTE DU MAÏS



1. INTRODUCTION

La récolte du maïs intervient dès la maturité des épis lorsque les feuilles et les spathes sont bien sèches. La récolte à bonne date garantit la qualité du grain

et de ses produits dérivés. Cette récolte s'effectue selon les bonnes pratiques de récolte adaptées et la technologie utilisée pour chaque zone de production.

2. CONDITIONS PRÉALABLES

Ces conditions se rapportent à la qualité des semences à cultiver, aux pratiques culturales et à la période de récolte.

- Qualité de la semence : une semence de bonne qualité (semence certifiée) permet un bon rendement d'épis grâce à une très bonne germination (90-95%) après le semis. Un tel résultat n'est pas obtenu avec une semence de mauvaise qualité;
- Cycle végétatif de la variété (cycle court ou long) à prendre en compte;
- Pratiques culturales : les pratiques culturales recommandées (double labour, semis en ligne et à bonne date, désherbage, apport de fumure et, enfin, traitements phytosanitaires tels que préconisés selon les zones de culture) sont à utiliser;
- Période de récolte : la période de récolte correspond à la maturité du maïs et se reconnaît par ce qui suit :
 - les feuilles desséchées et craquantes avec l'épis de maïs encore debout (Figure 01);
 - les spathes des épis de maïs sont plus de 75% de couleur jaune claire ou beige et desséchées;

- les soies sont rousses et peuvent s'enlever facilement;
- les grains de maïs sont durs et virent à la couleur de la paille suivant les variétés;
- la présence de la couche noire qui se forme à la base du grain. Cette couche peut être observée en retirant les grains de l'épi et en raclant la pointe avec l'ongle du doigt;
- les grains de maïs rayent l'ongle;
- les grains de maïs cassés avec les dents provoquent un bruit sec;
- quelques grains de maïs mis en bouteille et secoués donnent un bruit sec.



Figure 01. Photo d'un champ de maïs prêt à être récolté

© PTAA/INRAB

3. DISPOSITIONS PRATIQUES À PRENDRE POUR LA RÉCOLTE

Les dispositions nécessaires pour une bonne exécution de la récolte du maïs se présentent comme suit :

- planifier toutes les activités liées à la récolte deux semaines avant l'opération et choisir la forme de stockage (épis avec ou sans spathes ou grains) dès la maturité du maïs. La récolte doit être

planifiée par temps ensoleillé ou non couvert par les nuages qui annoncent la pluie;

- mobiliser et nettoyer les bâches, les récipients, et les sacs (de préférence les sacs permettant l'échange d'air) qui doivent servir pour la récolte;
- rendre propres les greniers ou toutes autres structures devant accueillir les produits récoltés;
- s'assurer que la main-d'œuvre est disponible et que les moyens financiers existent;

- réfectionner les structures de pré-stockage ou de stockage des produits de récolte et nettoyer leurs alentours;
- apprêter les aires de séchage (pour le séchage des épis et ou en grain) en attendant la récolte;
- nettoyer au besoin le champ pour éliminer les mauvaises herbes;
- prévoir, si nécessaire, des bâches pour le despathage du maïs selon le type de structure de stockage à utiliser.

4. OPÉRATIONS DE RÉCOLTE

Les opérations de récolte s'effectuent par temps ensoleillé ou non couvert par les nuages. La récolte du maïs qui se fait manuellement se déroule comme suit :

- couper l'épi de maïs sans spathe sur pied;
- séparer les épis de maïs sains des épis attaqués ou infectés;
- utiliser des sacs ou des paniers pour la récolte des épis de maïs;
- transporter immédiatement, après la récolte, les sacs ou paniers remplis du champ vers la structure de stockage.

QUE FAIRE DU MAÏS RÉCOLTÉ ?

Le maïs récolté en spathes doit être despathé au champ (Figure 03 et 04). Le mode de stockage détermine les opérations à réaliser :

- le stockage en épis nécessite des greniers en matériaux végétaux ou des cribs pour assurer la poursuite du séchage des épis ;
- le stockage en grains demande un séchage préalable sur des aires de séchage (bâche, toile cirée de couleur noire ou ouvrage en maçonnerie) adaptées et des structures de stockage appropriées (grenier amélioré en terre fermé, fûts métalliques, silos métalliques, sacs PICS, malles, dame-jeanne, etc.).



Figure 02. Photo de récolte de l'épi de maïs de la tige



Figure 03. Photo de récolte du maïs en épis despathés dans un panier



Figure 04. Photo de despathage du maïs au champ

© PTAA/INRAB

© PTAA/INRAB

© PTAA/INRAB

5. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES.

Il faut éviter ce qui suit :

- récolter le maïs en période humide lorsque la teneur en eau du grain est encore élevée, ceci entraînera un séchage difficile et favorisera le développement des moisissures);
- récolter immédiatement après une pluie;
- faire une récolte prématurée à cause des pertes quantitatives (grains immatures, avec un fort taux d'humidité, sujets aux attaques des mammifères rongeurs et des oiseaux, etc.) et qualitatives (sujets aux attaques d'insectes, de moisissures, d'aflatoxine et autres mycotoxines, etc.);
- faire une récolte tardive qui expose les épis de maïs aux attaques des ravageurs (insectes, oiseaux, et mammifères rongeurs), à des moisissures et aux intempéries ainsi qu'aux risques de vol;
- déposer les épis de maïs récoltés à même le sol (Figure 05);
- despather le maïs à la maison (Figure 06);
- mélanger les épis sains aux épis attaqués au moment de la récolte;
- endommager les épis et blesser les grains au cours des opérations de

récolte et de transport;

- entasser les épis durant et après la récolte sur un sac ou une bâche.



Figure 05. Photo d'un tas de maïs récolté et déposé à même le sol

© PTAA/INRAB



Figure 06. Photo de despathage du maïs à la maison

© PTAA/INRAB

6. CONCLUSION

La récolte du maïs est une étape importante dans le processus de production de grains de qualité. Dans ce processus, le respect des bonnes pratiques de récolte du maïs au champ est indispensable. La récolte doit

s'effectuer à bonne date avec des moyens adéquats pour garantir un bon stockage et la qualité du grain.






7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

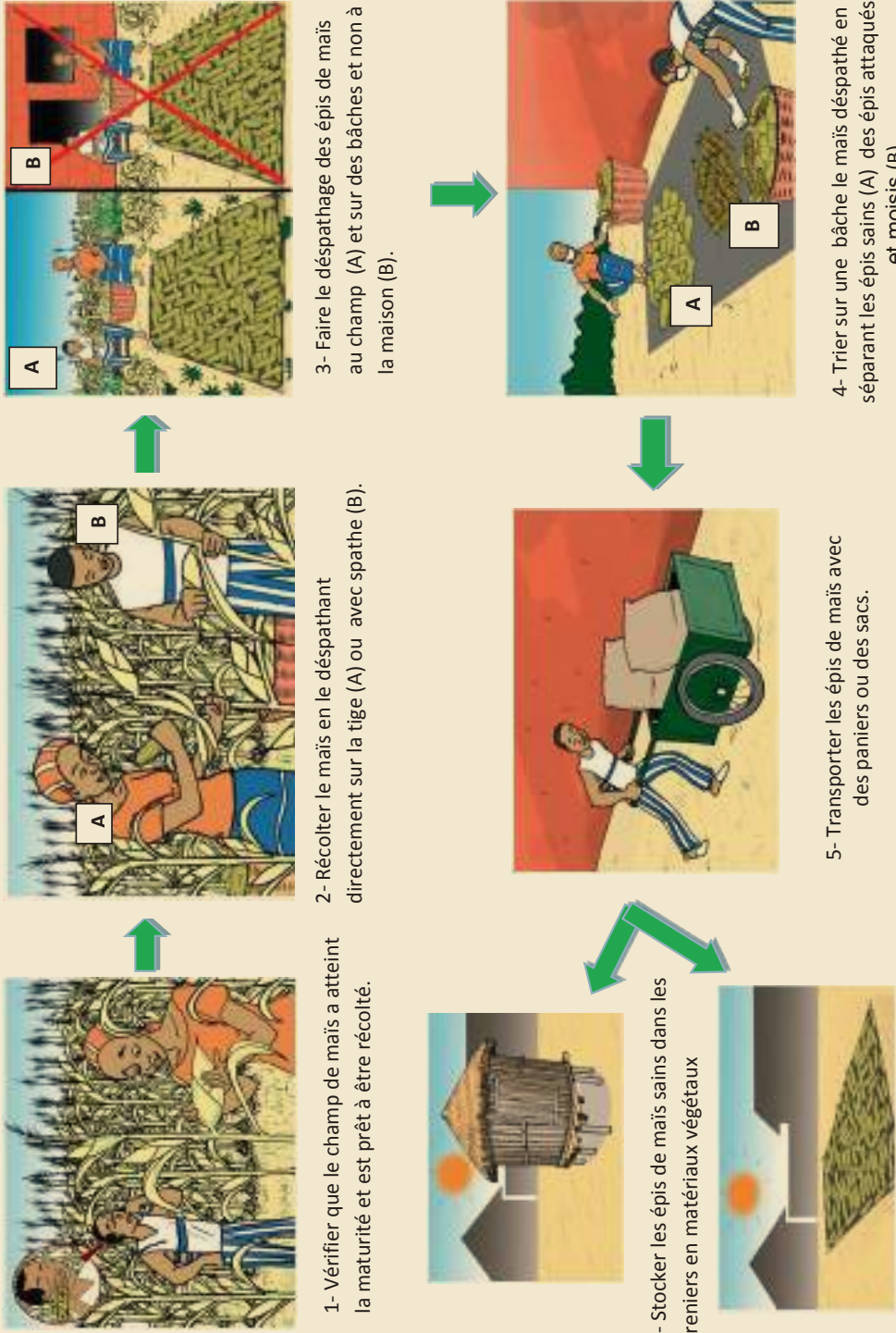
HELVETAS Swiss Intercoopération Bénin. 2017. *Manuel de formation participative sur les bonnes pratiques post-récolte du maïs au Bénin. Manuel du facilitateur*, 55 p.

IFDC. 2016. *Formation en technologies post-récolte, Manuel innovant genre sensible. Module 1 Formation sur Le stockage & conservation des produits agricoles.* 298 p.

Poster 1. Comment bien récolter le maïs ?

Matériels

-  Epis de maïs sains
-  Sac en polypropylène tissé
-  Panier de récolte
-  Coupe-coupe
-  Bâche de séchage



1- Vérifier que le champ de maïs a atteint la maturité et est prêt à être récolté.

2- Récolter le maïs en le déspathant directement sur la tige (A) ou avec spathe (B).

3- Faire le déspathage des épis de maïs au champ (A) et sur des bâches et non à la maison (B).

4- Trier sur une bâche le maïs déspathé en séparant les épis sains (A) des épis attequés et moisiss (B).

5- Transporter les épis de maïs avec des paniers ou des sacs.

6- Sécher les épis de maïs sains jusqu'à une teneur de 12% d'humidité avant de stocker ou d'égrener.

7- Stocker les épis de maïs sains dans les greniers en matériaux végétaux

FICHE TECHNIQUE N° 2
BONNES PRATIQUES
DE STOCKAGE &
CONSERVATIONS DU MAÏS
DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN MATÉRIAUX VÉGÉTAUX



© PTAA/INRAB

1. INTRODUCTION

Le système de stockage & conservation des denrées agricoles, notamment le maïs, dans le grenier amélioré en matériaux végétaux est utilisé dans certaines zones du Bénin compte tenu de la disponibilité des matériaux nécessaires à sa réalisation. Ce type de grenier joue à la fois le rôle de séchage et de stockage & conservation des épis de maïs sans spathe. Ce grenier est une structure généralement circulaire d'au

moins 3 m de haut et 3 m de diamètre au maximum, destiné à un stockage de 2 à 4 mois. Le grenier peut être utilisé pendant des années si la toiture en pailles est toujours en bon état et que les bois utilisés pour sa construction sont bien solides et résistent aux attaques des insectes foreurs. Le respect des bonnes pratiques et des conditions préalables à la récolte favorisent la conservation du maïs.

2. CONDITIONS PRÉALABLES

Les conditions préalables consistent à respecter les bonnes pratiques de récolte, c'est-à-dire qu'il faut récolter l'épis de maïs (Figure 01a et 01b) lorsque :

- les feuilles sont desséchées et craquantes avec l'épis de maïs encore debout sur le pied de maïs;
- les spathe ont jauni à 75 % et desséché;
- les grains de maïs sont durs et virent à la couleur paille;
- un point noir se forme à la base du grain;
- les grains de maïs rayent l'ongle;
- les grains de maïs cassés avec les dents provoquent un bruit sec;
- les grains de maïs mis en bouteille et secoués provoquent un bruit sec;
- les matériels appropriés pour la récolte du maïs (sacs, bassines, paniers, conteneurs, etc.) sont apprêtés avant le démarrage de la récolte.



Figure 01a. Photo d'épis de maïs avec spathe

© PTAA/INRAB



Figure 01b. Photo d'épis de maïs sans spathe

© PTAA/INRAB

3. DISPOSITIONS PRATIQUES À PRENDRE

Le stockage & conservation du maïs doit se faire dans des structures répondant aux critères de « bonnes pratiques » de post-récolte. Dans le cas du grenier en matériaux végétaux, il doit être construit sur un terrain plat où les eaux de pluie ne s'accumulent pas. Pour cela, Il faut éviter ce qui suit :

- construire le grenier sur un terrain mouvant ou en pente ou à côté ou sous un arbre;
- la proximité des zones susceptibles de favoriser la contamination (champ, point d'eau, toilettes).

CAS DE LA PREMIÈRE UTILISATION DU GRENIER

Dans le cas de la première utilisation du grenier, il faut veiller à ce qui suit :

- s'assurer du bon état du grenier (Figure 02a, 02b);
- nettoyer les alentours et brûler les déchets avant le stockage;
- vérifier la présence du dispositif d'anti-rat qui empêche l'accès du grenier aux rongeurs;
- traiter l'intérieur du grenier avec des produits insecticides homologués et recommandés ou avec des produits biologiques (feuilles de neem, écorces de caïlcédrat, etc.).



Figure 02a. Photo de grenier en matériaux végétaux en bon état

© PTAA/INRAB



Figure 02b. Photo de grenier en matériaux végétaux non conforme (B) pour le stockage du maïs

© PTAA/INRAB

CAS DE GRENIER DÉJÀ EN UTILISATION

Dans le cas d'un grenier déjà en utilisation, il faut éviter ce qui suit :

- vérifier l'état du grenier en particulier la toiture en pailles qui protège le grenier contre les intempéries;
- restaurer les matériaux du grenier en renouvelant les bois pourris;
- rendre propre l'intérieur du grenier afin d'éliminer les résidus de l'ancien stock;
- traiter l'intérieur du grenier avec des produits insecticides homologués et recommandés ou avec des produits biologiques (feuilles de neem, écorces de caïlcédrat, etc.);
- vérifier l'état du dispositif d'anti-rat placé sur les pieds du grenier;
- nettoyer les alentours du grenier (sur au moins 3 m) pour éviter que les épis stockés soient attaqués par les insectes, les mammifères rongeurs, les oiseaux et les maladies.

Dans le tableau 1 est présentée la liste des matériaux végétaux qui peuvent être utilisés par les producteurs pour la confection de la cage du grenier amélioré au Sud-Bénin.

Tableau 1. Liste des matériaux végétaux qui peuvent être utilisés par les paysans pour la confection de la cage du grenier amélioré au Sud-Bénin.

N° d'ordre	Nom scientifique	Nom commun	Nom en langue nationale	Partie utilisée au niveau de la plante
1	<i>Mallotus oppositifolius</i>	Mallotus	Kissè-kissè (Fongbé)	Tige
2	<i>Elaeis guineensis</i>	Palmier à huile	Détin (Fongbé)	Nervure principale des feuilles
3	<i>Uvaria chamae</i>	-	Gbanan(Fongbé)	Tige
4	<i>Alchornea cordifolia</i>	-	Tokan(Fongbé)	Tige
5	<i>Dichapetalum guineense</i>	-	Sesséhou (Adjagbé)	Tige
6	<i>Holarrhena floribunda</i>	-	Cocui-cocui (Adjagbé)	Tige
7	<i>Azadirata indica</i>	Neem	Kininoutin (Fongbé)	Branche
8	<i>Milletia thouninghi</i>	-	Chintin(Adjagbé)	Tige
9	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	-	Akpèkpè (Goungbé)	Tige
10	<i>Bambuseae</i>	Bambou	Akpalontin (Goungbé)	Tige
11	<i>Raphia africana</i>	Palmier raphia	Dètin (Goungbé)	Nervure principale des feuilles

4. MISE EN STOCK

Pour mettre le maïs en stock, il faut suivre les opérations ci-après :

- étaler les épis de maïs au soleil sur une aire de séchage propre (une bâche propre, aire cimentée, etc.) pour réduire la teneur en eau à 14 % au plus;
- trier les épis en éliminant ceux déjà attaqués ou portant des grains moisissés (Figure 03). Les grains moisissés doivent être brûlés ou enterrés, car ne doivent pas être consommés ni par les Hommes ni les animaux au risque de se faire contaminer par l'aflatoxine;
- surélever la partie de la toiture qui couvre l'ouverture de remplissage du grenier;
- remplir le grenier par le haut par couches successives d'épis de maïs sains (figure 04) avec un traitement phytosanitaire pour un stockage de plus de 3 mois. Le produit de traitement peut être un produit de synthèse homologué et recommandé ou un produit biologique (feuilles de neem, écorces de caïcedra, feuilles de Hyptissuaveolens, etc.);
- refermer la partie de la toiture ouverte après le remplissage.



Figure 03. Photo d'étriage des épis de maïs

© PTAA/INRAB



Figure 04. Photo des épis sains prêts à être stockés

© PTAA/INRAB

5. SUIVI DU STOCK

Le suivi pendant la durée de stockage du maïs est une étape très importante qui permet de garantir le bon état du stock. Les actions ci-après sont indispensables :

- inspecter régulièrement l'état des stocks et du grenier au moins une fois tous les 15 jours;
- éviter de mettre des objets surélevés

près du grenier ou en dessous afin d'empêcher les rongeurs d'atteindre le plancher du grenier;

- faire attention à d'éventuels bruits provenant de l'intérieur du grenier; ceci permet de soupçonner la présence de ravageurs dans le stock.

6. ENTRETIEN DU GRENIER

Les actions d'entretien consistent à faire ce qui suit :

- rendre propres les alentours du grenier de façon régulière par un sarclage, un balayage et une incinération des déchets pour réduire les attaques du stock par les ravageurs;
- réparer le grenier en cas de besoin lorsqu'un bois ou tige est cassé.

7. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Les pratiques à éviter sont les suivantes

- récolter les épis de maïs surtout pendant les saisons de fortes pluies;
- faire des récoltes prématurées ou tardives afin de réduire les attaques des épis de maïs au champ;
- déposer le maïs récolté sans spathe à même le sol pour réduire les attaques des épis avant le stockage;
- laisser les épis moisissés dans les lots de maïs à stocker (Figure 05);
- mettre d'autres céréales dans le grenier qui contient les épis de maïs;

- mélanger et stocker dans le même grenier les épis récoltés en des périodes différentes et de qualités différentes.



Figure 05. Mélange d'épis sains et d'épis moisissés

© PTAA/INRAB

8. CONCLUSION

Le stockage & conservation du maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux permet aux producteurs de conserver sur une durée de 3 ou 4 mois leur stock. Cette structure est surtout utilisée et bien adaptée à la partie Sud-Bénin où l'humidité de l'air dépasse les 70% presque toute

l'année. L'usage correct des « bonnes pratiques » de stockage & conservation constitue un moyen efficace de lutte contre les ravageurs des stocks afin de préserver les qualités des grains.

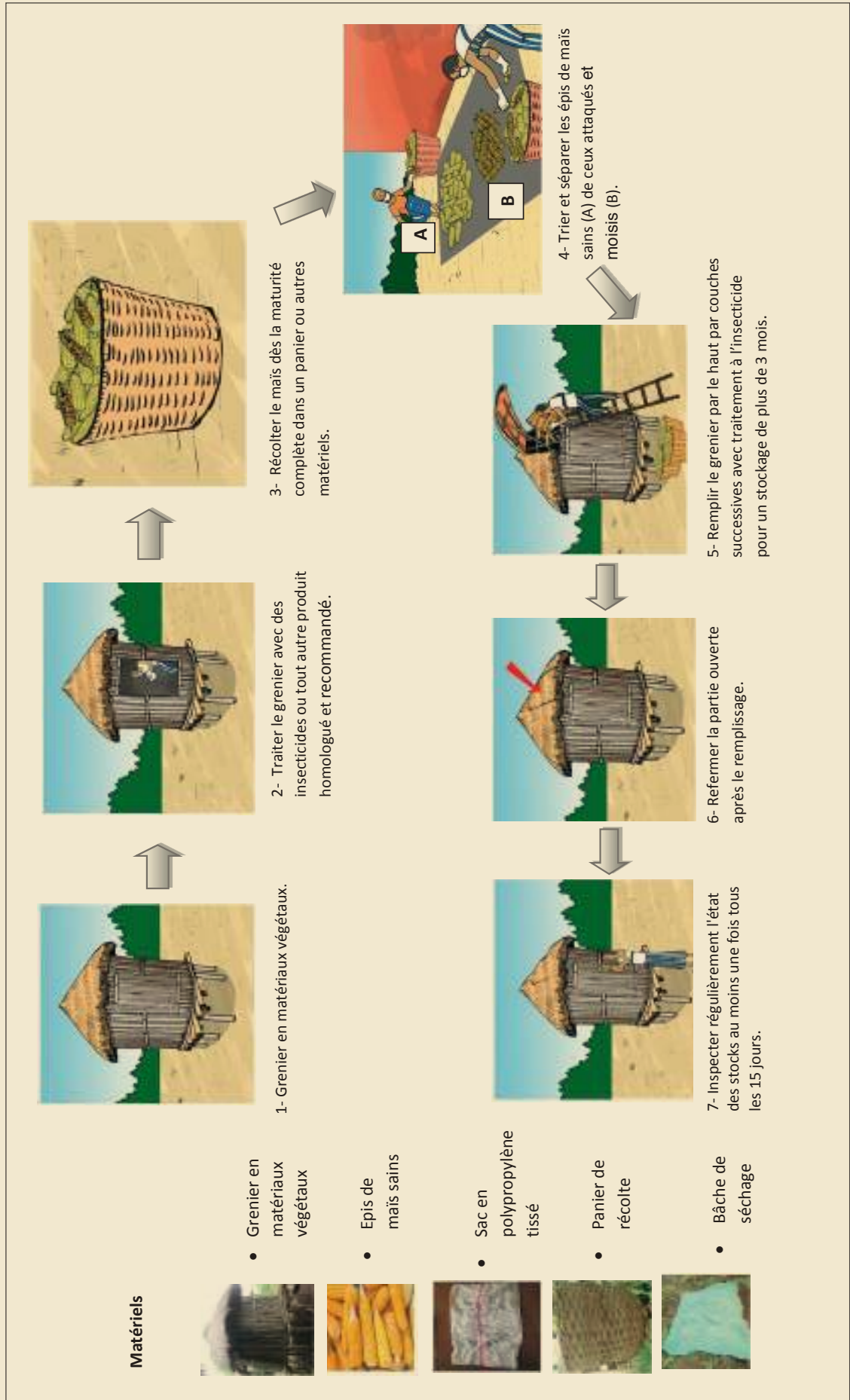
9. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HELVETAS Swiss Intercoopération Bénin. 2017. *Manuel de formation participative sur les bonnes pratiques post-récolte du maïs au Bénin. Manuel du facilitateur*, 55 p.

Hodges, R. et Stathers, T. 2014. *Manuel de formation pour l'Amélioration du Traitement et du Stockage des Grains après récolte. Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies*, 256 p.

PTAA. 2002. *Utilisation du grenier amélioré en bambou tressé pour Le stockage & conservation du maïs au sud-Bénin. Fiche technique*, 8 p.

Poster 2. Comment bien stocker et conserver le maïs dans le grenier amélioré en matériaux végétaux ?



FICHE TECHNIQUE N° 3
BONNES PRATIQUES
DE STOCKAGE &
CONSERVATIONS DU MAÏS
DANS LE GRENIER AMÉLIORÉ EN
TERRRE FERMÉ



1. INTRODUCTION

Les stocks du maïs subissent souvent d'énormes dégâts et pertes liés aux attaques par les ravageurs (insectes, oiseaux, et mammifères rongeurs) et les microorganismes. Du fait de la méconnaissance de ces nuisibles et de la non maîtrise des techniques améliorées et adaptées de stockage & conservation, des

pertes post-récolte peuvent aller de 15 à 50% de la récolte (FAO, 2014). L'utilisation du grenier amélioré en terre fermé constitue une des techniques de stockage & conservation du maïs grain très pratique et très efficace adaptée à certaines zones maïsicoles au nord du Bénin.

2. CONDITIONS PRÉALABLES

La réussite du stockage & conservation du maïs dépend des conditions préalables allant de la récolte jusqu'à la mise en stock. Ces conditions se présentent comme suit :

- s'assurer du respect strict des « bonnes pratiques » de récolte du maïs (confère Fiche technique N° 1);
- procéder aux opérations de pré-stockage (despather le maïs, trier, séparer et éliminer les épis déjà attaqués par les moisissures, insectes,

rongeurs, etc.), sécher les épis sains pour réduire le taux d'humidité jusqu'à ce que les grains soient suffisamment secs (14% d'humidité au plus), égrener le maïs et parfaire le séchage des grains (12% d'humidité)];

- rendre propre le grenier amélioré en terre fermé;
- prévoir les produits homologués et recommandés pour le traitement du grenier et la conservation du maïs.

3. DISPOSITIONS À PRENDRE

La disposition fondamentale à prendre pour le stockage & conservation du maïs grain dans un grenier amélioré en terre fermé est de construire le grenier ou de s'assurer que le grenier (corps, couvercle et vannes) est en bon état. La construction du grenier amélioré en terre fermé (Figure 01) doit se faire pendant la saison sèche sur un espace bien dégagé et aéré, plat et sensiblement surélevé où les eaux de pluie ne s'accumulent pas.



Figure 01. Photo de grenier amélioré en terre fermé

© PTAA/INRAB

A LA PREMIÈRE UTILISATION DU GRENIER.

Les actions à mener sont les suivantes

- Allumer du feu pour chauffer l'intérieur du grenier pour un séchage des parois et la stérilisation de l'intérieur du grenier (le chauffage est arrêté dès que l'extérieur de la paroi est chaud);
- traiter l'intérieur du grenier avec des produits de traitement homologués et recommandés.

DANS LE CAS D'UNE RÉUTILISATION DU GRENIER,

Les actions suivantes sont à mener :

- vérifier que le socle, le corps et le couvercle ne présentent pas des fissures;
- vérifier que les pailles utilisées pour confectionner la jupe et le chapeau ne sont pas trop usées et ne sont pas infestées par les insectes;
- vérifier l'état des vannes de vidange qui doivent être bien fermées avant la mise en stock des grains de maïs;
- nettoyer et désinfecter l'intérieur du grenier à l'aide de produits homologués et recommandés;
- maintenir les alentours du grenier propres.

Une autre disposition pratique à prendre est d'égrener les épis sains de maïs. Cette opération peut se faire manuellement ou avec une égreneuse portative ZEKEDÉ (Figure 02) ou avec une égreneuse-vanneuse AZIZA (Figure 03).



Figure 02. Photo d'égreneuse portative ZEKEDÉ

© PTAA/INRAB



Figure 03. Photo de l'égreneuse-vanneuse AZIZA

© PTAA/INRAB

4. MISE EN STOCK

Les étapes à suivre pour la mise en stock du maïs dans le grenier amélioré en terre fermé se présentent comme suit :

- retirer le chapeau et le couvercle du grenier;
- saupoudrer les parois internes avec le produit insecticide à utiliser. L'utilisation des produits de conservation est recommandée pour un stockage et une conservation des grains de maïs sur une durée de plus de trois (3) mois;
- verser dans le grenier, et de façon alternée, les grains de maïs (Figure 04) et le produit de conservation homologué à la dose recommandée;

- achever le remplissage par une couche du produit de conservation;
- ajuster le couvercle à l'ouverture apicale du grenier puis installer le chapeau.



Figure 04. Photo des grains de maïs propres et prêts à être stockés

© PTAA/INRAB

5. SUIVI DU STOCK

Le maïs bien stocké dans le grenier amélioré en terre fermé peut se conserver d'une saison de récolte à une autre sans détérioration majeure de la qualité. Pour y parvenir, un suivi régulier doit se faire au moins une (01) fois par mois pour s'assurer :

- du bon état du grenier. Contrôler la propreté aux alentours, l'intégrité des vannes et du couvercle et l'absence de fissuration au niveau du corps du grenier. La jupe et le chapeau en paille doivent être renouvelés au besoin;
- de la qualité du maïs conservé. A partir des vannes, des échantillons sont prélevés pour le contrôle de ce qui

suit :

- du taux d'humidité des grains;
 - du taux d'impureté dans le stock;
 - de la présence ou de l'absence des grains moisissés ou perforés dans le stock;
 - de la présence ou de l'absence d'insectes dans le stock;
 - de la présence ou de l'absence d'odeurs dans le stock.
- de la fermeture à nouveau des vannes.

6. DÉSTOCKAGE DU MAÏS

Pour procéder au déstockage du maïs en stock, il faut faire ce qui suit :

- déstocker le maïs par l'ouverture des vannes après le temps de rémanence des produits de conservation utilisés;

- ne pas rentrer dans le grenier pour faire le déstockage afin de ne pas contaminer le stock de maïs;
- laver proprement au besoin et le sécher avant son utilisation.

7. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Les pratiques qui suivent sont à éviter à la récolte. Il s'agit de :

- Faire des récoltes prématurées ou tardives;
- Mélanger les épis ou les grains sains (Figure 05a) avec les épis ou les grains attequés ou moisis (Figure 05b).



Figure 05a. Photo des épis de maïs sains

© PTAA/INRAB



Figure 05b. Photo des épis de maïs attequés et moisis

© PTAA/INRAB

AVANT LA MISE EN STOCK

Il faut éviter de procéder comme suit :

- déposer le maïs grain à même le sol (Figure 06);
- laisser souiller le maïs par les fèces des animaux domestiques en divagation;
- stocker le maïs en épis dans le grenier amélioré en terre fermé (Figure 07) car ce grenier n'est pas adapté pour le stockage et conservation du maïs en épi.



Figure 06. Photo du maïs grains déposés à même le sol

© PTAA/INRAB



Figure 07. Photo du stockage du maïs en épi dans le grenier

© PTAA/INRAB

8. CONCLUSION

Le maïs peut être sujet à des dégâts et pertes importants au cours du stockage. Les facteurs conduisant à la détérioration du maïs sont multiples et interviennent de différentes manières pendant la période de stockage. Une conservation adéquate doit nécessiter la mise en œuvre judicieuse d'un ensemble de mesures pouvant permettre de soustraire le maïs stocké à l'agression des nuisibles ou tout au moins de réduire leur action. Le grenier amélioré en terre fermé offre une alternative intéressante pour le stockage & conservation des grains de maïs dans les zones maïsicoles du Bénin où l'humidité de l'air est relativement faible (moins de 70%).

9. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Fandohan, P. 2010. *Guide pratique de construction et d'utilisation du grenier en terre amélioré pour le stockage du maïs. Fiche technique*, Bibliothèque nationale (BN) du Bénin.

Fandohan, P., Houssou, A., P., Ahouansou, A., Padonou, S., P., Megnanglo, M., Vodouhè, M., Kiki, D., G., Mensah, G., G., S., Senou, I., M., Koudandé, O., D. et Mensah, G., A. 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*, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.

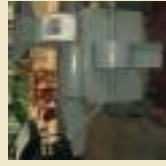
IFDC. 2016. *Formation en technologies post-récolte, Manuel innovant genre sensible. Module 1 Formation sur Le stockage & conservation des produits agricoles.* 298 p.

Poster 3. Comment bien stocker et conserver le maïs dans le grenier amélioré en terre fermé ?

Matériels et équipements



Epis de maïs sains



Egreneuse de maïs



Bâche



Grenier amélioré en terre fermé



1- Trier sur une bâche le maïs despathé en séparant les épis sains (A) et les épis attequés (B).



2- Egrener les épis de maïs sains à l'aide d'une égreneuse.



3- Sécher les grains de maïs jusqu'à une teneur d'environ 12%.



4- Chauffer l'intérieur du grenier pour un séchage des parois et la stérilisation de l'intérieur du grenier.



9- Prélever du maïs par une vanne de vidange pour le suivi du stock.



8- Ajuster le couvercle à l'ouverture apicale du grenier puis installer le chapeau.



7- Achever le remplissage par une couche d'insecticide.



6- Remplir le grenier avec les grains de maïs de façon alternée avec les produits de conservation.



5- Retirer le chapeau et le couvercle du grenier et saupoudrer les parois internes avec un insecticide.

FICHE TECHNIQUE N° 4

BONNES PRATIQUES DE STOCKAGE & CONSERVATIONS DU MAÏS GRAINS

DANS LES FÛTS, LES SILOS ET LES MAGASINS



1. INTRODUCTION

Le stockage & conservation du maïs grain sont des opérations post-récolte déterminantes pour préserver le maïs avec le maximum de sécurité contre les dégradations physiques, chimiques et biologiques. Le stockage & conservation se font dans plusieurs types de structures de stockage fermées. Le maïs grain conditionné en sacs peut être stocké dans des magasins en grandes quantités pour la vente. La présente fiche technique décrit les bonnes pratiques de stockage

& conservation de maïs grain en sacs polyéthylène ou en polypropylène tissé simple et en sac Purdue Improved Crops Storage (PICS) et dans des structures de stockage que sont le fût métallique, le fût en plastique, le silo métallique, etc..

Les différents aspects du stockage & conservation du maïs grain dans les fûts, les silos et les magasins sont présentés en deux parties distinctes A et B.

A. STOCKAGE ET CONSERVATION DU MAÏS GRAINS DANS LES FÛTS ET LES SILOS

2. CONDITIONS PRÉALABLES

Le stockage & conservation du maïs grain nécessitent le respect de certaines conditions pour la réussite de l'opération. Ces conditions se présentent comme suit :

- disposer d'une structure de stockage/conservation appropriée en relation avec les pratiques en usage dans la localité et la quantité de maïs à stocker;
- s'assurer du bon état de la structure de stockage & conservation à utiliser;
- s'assurer de la qualité des grains (Figure 01) à stocker, c'est-à-dire, éviter le mélange des grains sains avec les grains moisis, endommagés, perforés, et aussi les matières et corps étrangers (Figure 02);



Figure 01. Photo des grains sains de maïs

© PTAA/INRAB



Figure 02. Photo des grains de maïs moisis et attaqués

© PTAA/INRAB

- s'assurer que les grains ont subi un séchage adéquat jusqu'à une teneur en eau de 12% environ;
- disposer des produits de conservation homologués et recommandés en quantité suffisante;
- disposer des équipements de protection individuelle (EPI) à savoir les bottes, les gants, les lunettes, le cache-nez et le vêtement de protection.

3. DISPOSITIONS PRATIQUES À PRENDRE

Pour réussir Le stockage & conservation du maïs grain dans les structures fermées autres que le grenier amélioré en terre fermé, il est important de faire ce qui suit :

- choisir la structure de stockage & conservation appropriée [silo métallique (Figure 03), fût métallique ou plastique (Figure 04)];
- Disposer des palettes (planches de bois) en bon état et désinfectées;
- Prévoir, en cas d'un stockage de plus de trois (03) mois, l'utilisation des produits de conservation ou tout autre pesticide homologué et recommandé.



Figure 03. Photo du silo métallique

© PTAA/INRAB



Figure 04. Photo du fût en plastique

© PTAA/INRAB

4. OPÉRATIONS DE STOCKAGE & CONSERVATION EN FÛT ET SILO MÉTALLIQUES OU FÛT EN PLASTIQUE

Pour Le stockage & conservation en fût et silo métallique ou fût en plastique, il faut procéder comme suit :

- rendre propre et désinfecter l'intérieur des fûts et des silos à l'aide d'un produit homologué et recommandé;
- s'assurer que l'intérieur de la structure est bien sec et non perforé;
- remplir le fût ou le silo par couches de grains de maïs régulièrement alternées par une couche de produit de conservation (méthode sandwich);
- fermer hermétiquement le fût ou le silo;
- mettre le fût ou le silo en un endroit couvert.

5. SUIVI DU STOCK

Le suivi du stock n'est pas indispensable si les bonnes pratiques indiquées ci-dessus et les pratiques non recommandées ci-dessous sont respectées. Une fois le fût ou le silo ouvert, le stock doit être utilisé rapidement.

6. PRATIQUE NON RECOMMANDÉE

La pratique suivante doit être évitée :

- mettre le maïs nouvellement récolté sur un ancien stock dans le fût ou le silo.

B. STOCKAGE ET CONSERVATION DU MAÏS GRAIN DANS LES MAGASINS

7. CONDITIONS PRÉALABLES

La réussite du stockage et de la conservation du maïs grains dans les magasins nécessite le respect des conditions qui se présentent comme suit:

- s'assurer de la qualité des grains (Figure 01) à stocker, c'est-à-dire, éviter le mélange des grains sains avec les grains moisissés, endommagés, perforés, et aussi les matières et corps étrangers (Figure 02);
- s'assurer que les grains ont subi un séchage adéquat jusqu'à une teneur en eau de 12% environ;
- disposer des produits de conservation homologués et recommandés en quantité suffisante;
- disposer des équipements de protection individuelle (EPI) à savoir les bottes, les gants, les lunettes, le cache-nez et le vêtement de protection.

8. DISPOSITIONS PRATIQUES À PRENDRE

Pour réussir Le stockage & conservation du maïs grains dans les magasins, il est important de procéder comme suit:

- choisir les sacs de conditionnement sacs en polyéthylène ou en polypropylène tissés (Figure 05);
- Disposer des palettes planches de bois (Figure 06) en bon état et désinfectées;
- Prévoir en cas d'un stockage de plus de trois (03) mois, l'utilisation des produits de conservation ou tout autre pesticide homologué et recommandé pour le stockage dans les sacs en polyéthylène et les sacs en polypropylène tissé simple;
- vérifier le bon état (propreté, absence de trous et de déchirures, etc.) des sacs en polyéthylène, des sacs en polypropylène;
- disposer d'un magasin aux normes (Figure 07) pour le stockage de maïs grains en sacs;
- rendre propres les abords ainsi que l'intérieur du magasin et vérifier qu'il n'y a pas de fissures au plancher et sur les murs du magasin;
- faire à titre préventif un traitement phytosanitaire des murs du magasin avec un produit homologué et recommandé.



Figure 05. Sac en polypropylène tissé

© PTAA/INRAB



Figure 06. Photo d'une palette

© PTAA/INRAB



Figure 07. Photo du magasin pour le stockage du maïs

© PTAA/INRAB

9. OPÉRATIONS DE STOCKAGE & CONSERVATION EN SACS

SACS EN POLYÉTHYLÈNE ET POLYPROPYLÈNE TISSÉ

Dans le cas de stockage & conservation en sacs polyéthylène et polypropylène tissé, les opérations se réalisent comme ci-après :

- étaler une bâche et bien mélanger sur la bâche les grains de maïs avec le produit de conservation homologué et recommandé à la dose recommandée tout en respectant les règles de protection corporelle du manipulateur;
- remplir les sacs de grains de maïs traités;
- coudre correctement les sacs;
- entreposer les sacs de maïs sur des palettes dans un magasin bien aéré.

Dans un magasin de stockage & conservation du maïs grain, les stocks sont disposés dans les conditions ci-après :

- disposer les piles de sacs en respectant les espacements suivants
 - 0,5 à 1 m entre les piles de sacs et les murs;
 - 1 m entre les piles;

- 1 à 2 m pour les allées;
- 1 m au moins entre le haut des piles de sacs et le plafond du magasin;
- ranger les sacs selon le système de 3, 5 ou 8. Toutefois, le système de 3 sacs est le plus conseillé;
- constituer toujours des piles avec des sacs de mêmes dimensions et placer toujours les oreilles des sacs (Figure 08) vers l'extérieur des piles pour faciliter la manutention;
- respecter la règle de « premier entré-premier sorti » dans le magasin.



Figure 08. Photo des sacs de maïs grain dans un magasin bien aéré

© PTAA/INRAB

10. SUIVI DU STOCK EN MAGASIN

Le suivi pendant la durée de stockage du maïs est une étape très importante, il permet de garantir le bon état sanitaire du stock. Les actions ci-après sont alors indispensables pour assurer l'hygiène du magasin et la qualité du stock. Il s'agit de:

- vérifier régulièrement l'état du magasin;
- contrôler la qualité des grains de maïs stockés. Des échantillons sont périodiquement prélevés pour le contrôle:
 - du taux d'humidité des grains;
 - du taux d'impureté dans le stock;
 - de la présence ou de l'absence des grains moisissés (odeur de moisi) dans le stock;
- vérifier la présence d'insectes sur les murs et dans les angles du magasin;
- contrôler la présence d'insectes et leurs dégâts dans les endroits cachés;
- balayer régulièrement (une fois par quinzaine) l'intérieur du magasin;
- rendre propres les abords du magasin dès que nécessaire;
- en cas d'attaque par les insectes, faire appel à un agent technique agricole assermenté intervenant dans la zone.

11. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Les pratiques suivantes sont à bannir:

- Mettre le maïs nouvellement récolté sur un ancien stock dans le fût, le silo et les sacs;
- Utiliser des sacs ayant servi au stockage des intrants agricoles (engrais chimiques et autres);
- Mettre les sacs de maïs directement en contact avec le sol et les murs;
- Mélanger les vieux stocks et les nouveaux stocks dans les mêmes piles;
- Construire des piles de sacs autour des colonnes ou à l'entrée du magasin (Figure 09).



Figure 09. Photo des sacs de maïs grain en stock à l'air libre et à l'entrée du magasin

© PTAA/INRAB

STOCKAGE ET CONSERVATION EN SACS PICS

Pour le stockage & conservation en sacs PICS (Figure 10), les opérations à exécuter sont les suivantes:

- bien sécher le maïs (teneur en eau autour de 12%);
- bien vérifier que chacun des 2 sacs plastiques n'est pas troué;
- insérer les 2 sacs plastiques l'un

dans l'autre et le tout dans le sac en polyéthylène;

- remplir doucement le sac de l'intérieur tout en secouant doucement l'ensemble pour éviter des poches d'air. Eviter de laisser tomber des grains de maïs dans les autres sacs;
- entasser bien le maïs à l'aide de petits mouvements rotatoires des sacs;
- presser le sac contenant le maïs pour chasser l'air de l'intérieur et attacher ensuite le cou serré avec une corde ou un fil;
- tortiller le bout du cou restant au-dessus du nœud et le courber en deux sur lui-même;
- attacher ensemble et fermement le bout tortillé et courbé.



Figure 10. Photo de sac PICS

© PTAA/INRAB

12. CONCLUSION

Les conditions de stockage & conservation déterminent la réussite de la conservation du maïs. Le respect des bonnes pratiques avec l'utilisation des structures de stockage fermées (fûts et silos) et des sacs entreposés dans des magasins aux normes

permettent d'empêcher ou de minimiser l'attaque des nuisibles. Ces bonnes pratiques contribuent également à faciliter la régularité de l'approvisionnement des familles et à apporter une plus-value aux producteurs.

13. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Afrique verte. 2004. *Technique de stockage & conservation des céréales. Module de formation*, 35 p.

HELVETAS Swiss Intercoopération Bénin. 2017. *Manuel de formation participative sur les bonnes pratiques post-récolte du maïs au Bénin. Manuel du facilitateur*, 55 p.

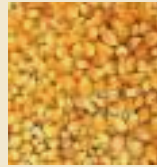
Hodges, R. et Stathers, T. 2014. *Manuel de formation pour l'Amélioration du Traitement et du Stockage des Grains après récolte. Programme Alimentaire Mondiale des Nations Unies*, <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/reports/wfp256912.pdf>, 2014. 256 p.

IFDC. 2016. *Formation en technologies post-récolte, Manuel innovant genre sensible. Module 1 Formation sur Le stockage & conservation des produits agricoles*, 298 p.

Norme Béninoise NB ISO 6322-1, 2006. *Stockage des céréales et des légumineuses – Partie 1 Recommandations générales pour la conservation des céréales*, 21 p.

Poster 4a. Comment bien stocker et conserver le maïs grains en sacs polyéthylènes et polypropylènes tissés simples ?

Matériels et infrastructure



Maïs grain



Bâche



Sac polypropylène tissé



Magasin de stockage



1- Sécher le maïs sur une bâche jusqu'à une teneur de 12%



2. Vanner puis trier le maïs pour enlever toutes sortes d'impuretés



3- Etaler une bâche et bien mélanger sur la bâche les grains de maïs avec le produit de conservation homologué et recommandé



7- Disposer les sacs sur des palettes dans un magasin bien aéré



6- Disposer en piles les sacs de maïs sur des palettes

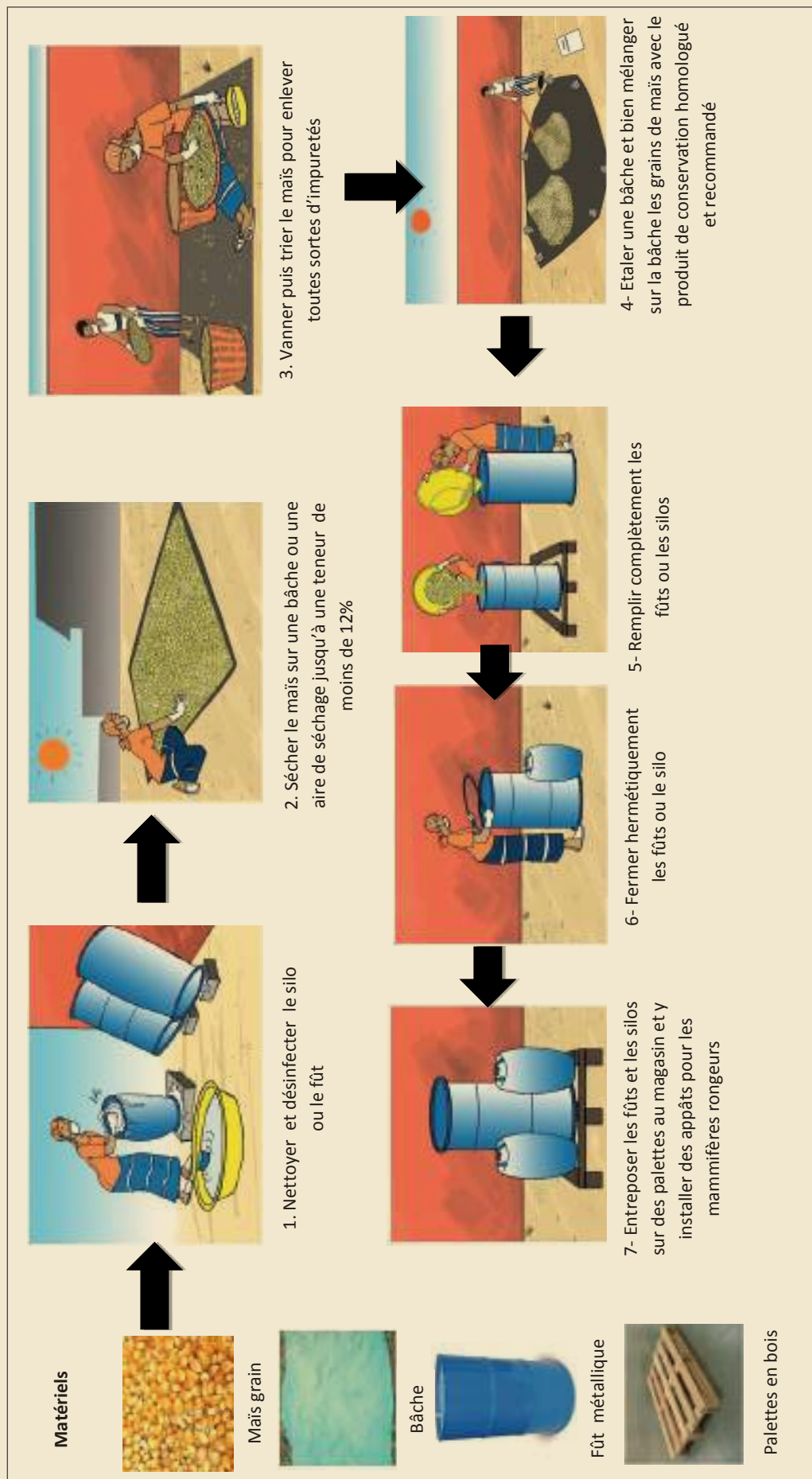


5-Coudre correctement les sacs



4- Remplir les sacs de grains de maïs traités

Poster 4b. Comment bien stocker et conserver le maïs grains dans les silos métalliques et les fûts métalliques ou plastiques ?



FICHE TECHNIQUE N° 5
BONNE PRATIQUE DE
PRODUCTION DE
GAMBARI-LIFIN
DE BONNE QUALITÉ



1. INTRODUCTION

Gambari-Lifin est une farine très blanche, légèrement fermentée et de granulométrie très fine. Ce produit issu du maïs décortiqué et dégermé est fréquemment utilisé pour préparer une pâte consommée avec diverses sauces lors des grands événements (cérémonies de mariage, de décès, réjouissance, etc.). *Gambari-Lifin* est une farine noble dont le

procédé d'obtention diffère de celui des autres farines issues du maïs, notamment l'opération de décorticage-dégermage. La présente fiche technique décrit les bonnes pratiques pour l'obtention de *Gambari-Lifin* de bonne qualité.

2. DE QUOI A-T-ON BESOIN POUR PRODUIRE DE GAMBARI-LIFIN ?

2.1. MATIÈRE PREMIÈRE

La seule matière première utilisée dans la production de *Gambari-Lifin* est le maïs grain. Ce maïs doit être de bonne qualité (sans charançons, grains non moisissés et de couleur uniforme). Les variétés de maïs farineuses ou semi-farineuses de couleur blanche sont indiquées pour avoir de *Gambari-Lifin* de bonne qualité (Figure 01).



Figure 01. Photo des grains de maïs à peau blanche

© PTAA/INRAB

2.2. MATÉRIELS ET ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES

Pour la production de *Gambari-Lifin*, les équipements et matériels nécessaires sont les suivants : un moulin de type Engelberg (Figure 02) pour le décorticage et le

dégermage du maïs ; un moulin à meules (Figure 03) pour la mouture des gritz ; un séchoir à gaz, à énergie solaire, hybride, caisse, indirect et coquille (Figures 04a, 04b, 04c, 04d et 04e) pour le séchage de la farine humide et des tamis en inox (Figure 05) pour le tamisage de la farine.



Figure 02. Photo de décortiqueuse Engelberg

© PTAA/INRAB



Figure 03. Photo de moulin à meules

© PTAA/INRAB



Figure 04a. Photo de séchoir ATESTA

© PTAA/INRAB



Figure 04b. Photo de séchoir hybride

© PTAA/INRAB



Figure 04c. Photo de séchoir caisse

© PTAA/INRAB



Figure 04d. Photo de séchoir indirect

© PTAA/INRAB



Figure 04e. Photo de séchoir coquille

© PTAA/INRAB



Figure 05. Photo de tamis en inox

© PTAA/INRAB

3. COMMENT PRODUIRE DE GAMBARI-LIFIN ?

3.1. « BONNES PRATIQUES » D'HYGIÈNE À OBSERVER

La production de *Gambari-Lifin* de bonne qualité exige le respect des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) suivantes au niveau du personnel, des équipements, des matériels et de l'environnement de travail :

- disposer d'un atelier de transformation et le maintenir toujours propre (balayer avant et après le travail) les abords de l'atelier doivent être exempts de déjections animales et autres déchets et éviter l'entrée des rongeurs dans l'atelier ;
- porter des vêtements de travail propres (porter un foulard pour couvrir la tête, un cache-nez, des gants, un blouson qui couvrira le corps) et des chaussures adéquates ;
- se laver les mains régulièrement avant ou pendant chaque activité de transformation ou après chaque geste impropre (aller aux toilettes, se moucher, etc.) ;
- éviter de faire plusieurs activités de transformation au sein du même atelier (production d'huile rouge et *Gambari-Lifin*) ;
- exécuter les opérations les unes après les autres sans retour en arrière (en partant de la matière première au produit fini) ;
- maintenir propres et entretenir les matériels et équipements de transformation.

3.2. DESCRIPTION DES OPÉRATIONS UNITAIRES NÉCESSAIRES

Les opérations successives pour produire de *Gambari-Lifin* de bonne qualité sont les suivantes:

- **nettoyage du maïs:** le maïs à transformer est nettoyé par vannage puis triage pour enlever toutes sortes d'impuretés (corps étrangers et grains mois);
- **humectage:** après vannage et triage, les grains de maïs sont légèrement mouillés par aspersion d'eau afin de faciliter le décortiquage-dégermage;
- **décortiquage-dégermage des grains de maïs:** ces opérations s'effectuent simultanément et permettent d'enlever les enveloppes et les germes de grains de maïs pour obtenir des gritz de maïs. Ces opérations sont réalisées à l'aide d'une décortiqueuse de type Engelberg ou un moulin à meules;
- **vannage et tamisage:** cette étape permet de débarrasser le gritz du son, puis de le séparer de la fraction grossière de la farine de maïs;
- **trempage du gritz de maïs:** le gritz est ensuite trempé dans l'eau pendant 16 heures ou toute la nuit afin de faciliter sa mouture par la suite;
- **égouttage et lavage:** le gritz est ensuite égoutté à l'aide d'une passoire en plastique ou panier propre en matériaux végétaux et relavé avec de l'eau propre;
- **mouture:** le gritz humide est moulu pour obtenir la farine. Cette opération se fait avec un moulin à meules;
- **séchage au soleil:** la farine humide obtenue est ajoutée à de la farine grossière. L'ensemble est séché au soleil à l'aide d'un séchoir solaire où le produit est protégé contre les contaminants microbiens et environnementaux (Figure 06). Ce séchage peut durer 24 heures en fonction de la quantité de produit et du degré d'ensoleillement;
- **mouture de la farine séchée:** après le séchage, la farine est encore moulue afin d'avoir une farine fine;
- **tamisage:** cette farine est ensuite tamisée pour avoir un produit très fin prêt à être commercialisé non emballé (Figure 08). homologué et recommandé.



Figure 06. Photo du séchage de la farine humide à l'aide d'un séchoir hybride

© PTAA/INRAB



Figure 07. Photo de Gambari-Lifin non emballé

© PTAA/INRAB



Figure 08. Photo de Gambari-Lifin emballé

© PTAA/INRAB

3.3. DIAGRAMME TECHNOLOGIQUE DE PRODUCTION DE *GAMBARI-LIFIN*

La figure ci-dessous illustre les différentes étapes d'obtention de *Gambari-Lifin* de bonne qualité

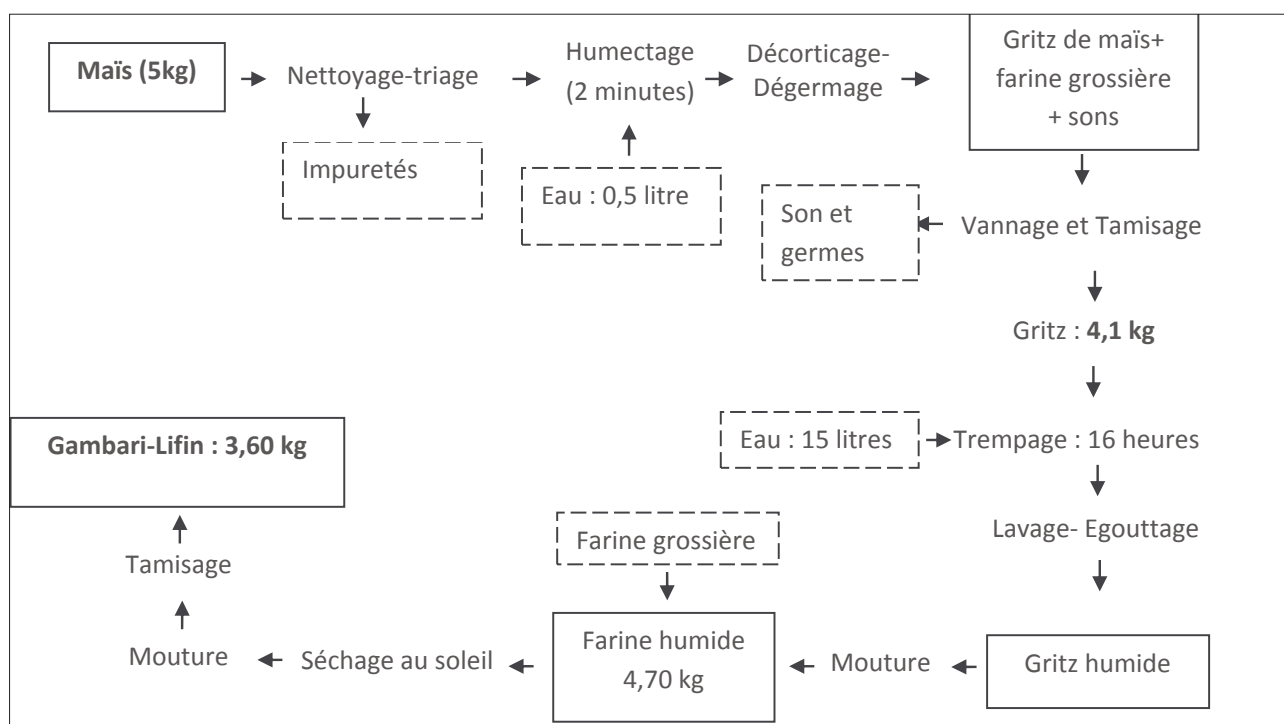


Figure 09 : Diagramme technologique de la farine de Gambari-Lifin

3.4. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Il faut éviter ce qui suit :

- Décortiquer et dégermer le maïs avec des techniques inappropriées (piler par exemple);
- Tremper le gritz de maïs au-delà de 16 h (fermentation et faible rendement en produit fini);
- Faire le séchage du Gambari-Lifin à même le sol et à ciel ouvert;
- Sécher la farine humide de maïs au-delà de 24h;
- Stocker la farine de *Gambari-Lifin* en vrac dans des bassines pendant plusieurs jours.

4. UTILISATION

La farine «*Gambari-Lifin*» est utilisée pour préparer la pâte blanche très appréciée des consommateurs du Bénin, du Togo et du Nigeria. Cette pâte peut être accompagnée de différentes sauces. *Gambari-Lifin* est aussi utilisée en boulangerie à un taux d'incorporation de 5 à 15 % dans la farine

de blé pour préparer le pain ordinaire et jusqu'à 50 % en pâtisserie pour la préparation des gâteaux.

5. CONCLUSION

La farine «*Gambari-Lifin*» ainsi produite est propre à la consommation. Cette farine, très appréciée des consommateurs, peut être conditionnée dans des emballages de 1 kg, 5 kg et 25 kg en fonction des utilisations pour les pâtes à domicile ou en

boulangerie et pâtisserie. Des actions de vulgarisation et de promotion de *Gambari-Lifin* s'avèrent nécessaires pour assurer la sécurité alimentaire au Bénin et dans d'autres pays de l'Afrique.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

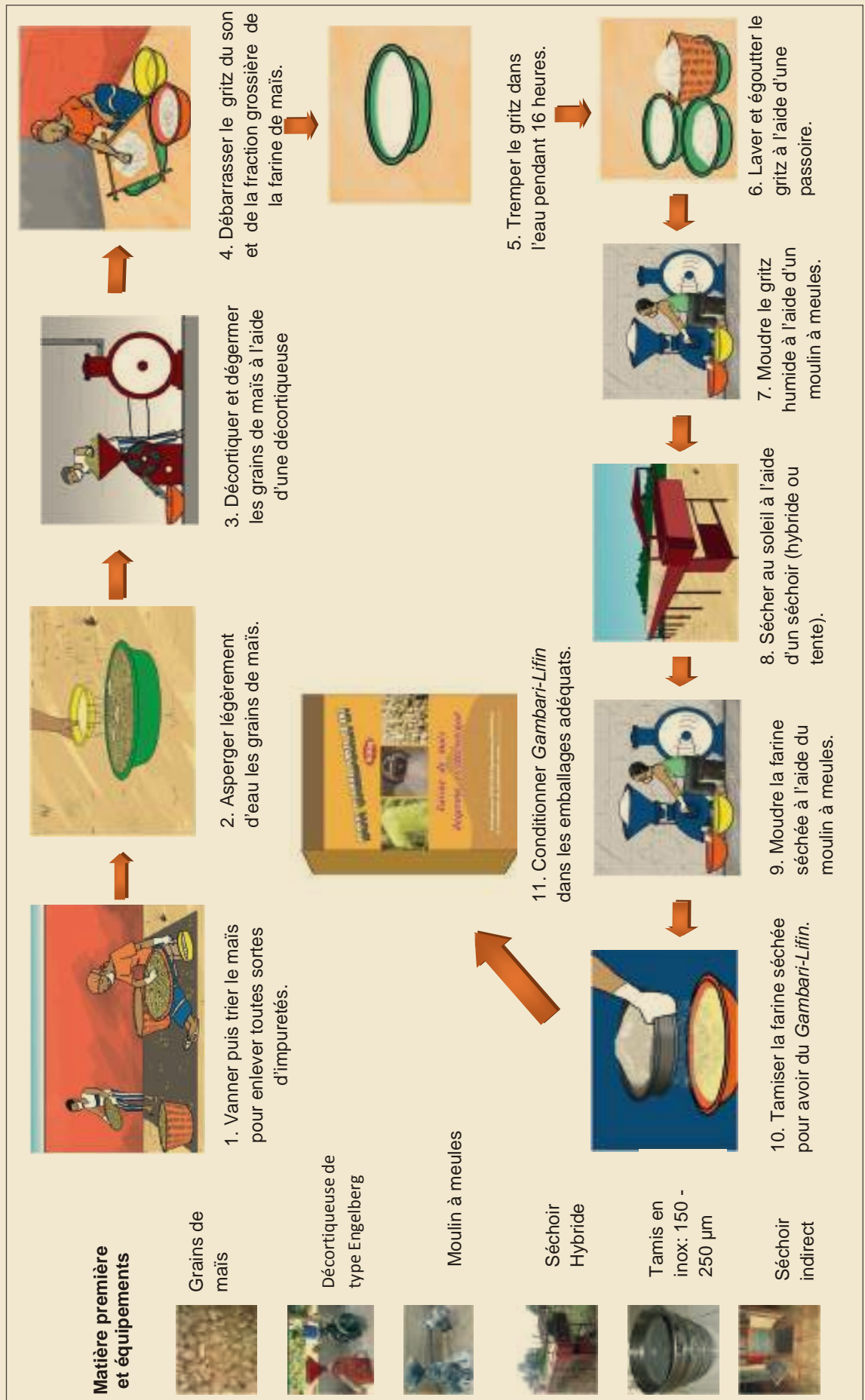
Adjilé, A., N., Houssou, A., P., F., Monteiro, N., Fainou, M., C., Akissoe, N., H. et Toukourou, F. 2014. «Caractérisation du procédé de *Gambari-Lifin* (farine de maïs décortiqué-dégermé) et influence de la variété de maïs sur la qualité physico-chimique et rhéologique», *Revue Nature et Technologie B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, n° 12, p. 141-149.

Houssou, P., Ahoyoadjovi, R., N., Hounyêvou-klotoé, A., Dansou, V., Olou, D., Djivoh, H. et Ekpo, J. 2015. *Guide pratique pour la production de Gambari-Lifin au Bénin*. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 9 p.

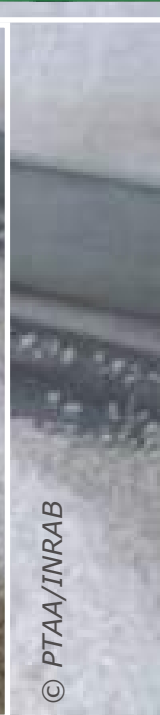
Houssou, P., Padonou, W., Vodouhè, M., Djivoh, H., Dansou, V., Hotegni, A. et Metohoue, R. 2016. *Production du Gambari-Lifin (farine raffinée de maïs) de bonne qualité par l'amélioration du procédé traditionnel production au Bénin*. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 vol. 17 n° 1, juin 2016, p. 100-111.

Monteiro, N., M., F., Houssou, P., Akissoe, N., Djinadou Igue, K., A. et Mensah, G., A. 2015. *Synthèse bibliographique sur la production et l'utilisation de la farine de maïs décortiqué du type Gambari-Lifin en Afrique*. *Annales des sciences agronomiques* 19(2) volume spécial, p. 107-117.

Poster 5. Comment produire de Gambari-Lifin de bonne qualité ?



FICHE TECHNIQUE N° 6
BONNE PRATIQUE DE
PRODUCTION DE
YÊKÈ-YÊKÈ
DE BONNE QUALITÉ



1. INTRODUCTION

Yêkè-Yêkè est un couscous de maïs obtenu à partir de la pâte non fermentée de maïs appelé Mawè. Cette pâte est mise sous forme de granules cuits à la vapeur. Yêkè-Yêkè est traditionnellement consommé au Bénin lors des cérémonies. Vu l'importance qu'accordent les consommateurs à ce

produit, des méthodes de sa stabilisation par le séchage ont été mises au point afin de le conserver sur une longue durée. La présente fiche technique décrit les bonnes pratiques pour l'obtention de Yêkè-Yêkè de bonne qualité.

2. DE QUOI A-T-ON BESOIN POUR PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ?

2.1. MATIÈRE PREMIÈRE

La seule matière première utilisée dans la production de Yêkè-Yêkè est le maïs grain. Ce maïs doit être de bonne qualité (sans charançons, grains non moisissés et de couleur uniforme). Toutes les variétés de maïs peuvent être utilisées (Figure 01).

La seule matière première utilisée dans la production du Yêkè-Yêkè est le maïs grain. Ce maïs doit être de bonne qualité (sans charançons, grains non moisissés et de couleur uniforme). Les variétés de maïs farineuses ou semi-farineuses de couleur blanche sont indiquées pour avoir de Yêkè-Yêkè de bonne qualité.



Figure 01. Photo des grains de maïs à peau blanche

© PTAA/INRAB

2.2. MATÉRIELS ET ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES

Pour la production de Yêkè-Yêkè, les équipements et matériels suivants sont utilisés : sassado (Figure 02a) ou rouleur calibreur (Figure 02b) ; décortiqueuse Engelberg (Figure 03) ; moulin à maïs (Figure 04) ; trois (3) tamis de différentes

mailles (Figure 05) ; foyer ; séchoir à gaz, à énergie solaire, caisse, hybride, indirect, coquille (Figures 06a, 06b, 06c, 06d, 06e) ; couscoussier (Figure 07) ; sachets polyéthylène et emballages en carton. Les autres matériels nécessaires sont : bassine, bols, passoire, thermo-soudeuse.



Figure 02a. Photo de sassado

© PTAA/INRAB



Figure 02b. Photo du rouleur calibreur

© PTAA/INRAB



Figure 03. Photo de la décortiqueuse Engelberg

© PTAA/INRAB



Figure 04. Photo du Moulin à maïs

© PTAA/INRAB



Figure 05. Photo du tamis en inox

© PTAA/INRAB



Figure 06a. Photo du Séchoir ATTESTA

© PTAA/INRAB



Figure 06b. Photo du séchoir hybride

© PTAA/INRAB



Figure 06c. Photo du séchoir caisse

© PTAA/INRAB



Figure 06d. Photo du séchoir indirect

© PTAA/INRAB



Figure 06e. Photo de séchoir coquillette

© PTAA/INRAB



Figure 07. Photo du Couscoussier

© PTAA/INRAB

3. COMMENT PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ ?

3.1. BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE À OBSERVER

La production de Yêkè-Yêkè de bonne qualité exige le respect des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) suivantes au niveau du personnel, des équipements,

des matériels et de l'environnement de travail :

- disposer d'un atelier de transformation et le maintenir toujours propre (balayer

avant et après le travail). Les abords de l'atelier doivent être exempts de déjections animales et autres déchets ; éviter également l'entrée des mammifères rongeurs dans l'atelier ;

- porter des vêtements de travail propres (porter un foulard pour couvrir la tête, un cache nez, des gants, un blouson qui couvrira le corps) et des chaussures adéquates ;
- se laver les mains régulièrement avant ou pendant chaque activité de transformation ou après chaque geste impropre (aller aux toilettes, se moucher, etc.) ;
- éviter de faire plusieurs activités de transformation au sein du même atelier (production d'huile rouge et Yêkè-Yêkè) ;
- exécuter les opérations les unes après les autres sans retour en arrière ;
- maintenir propres et entretenir les matériels et équipements de transformation.

3.2. DESCRIPTION DES OPÉRATIONS UNITAIRES NÉCESSAIRES

Les opérations successives pour produire de Yêkè-Yêkè de bonne qualité se présentent comme suit :

- **triage et vannage des grains de maïs:** débarrasser le maïs de toutes impuretés (grains de sables, cailloux et corps étrangers) afin de le rendre propre ;
- **humectage des grains de maïs:** asperger d'un demi litre d'eau une quantité de 10 kg de grains de maïs triés et vannés pour en faciliter le décortiquage ;
- **décortiquage-dégermage des grains de maïs:** les opérations devant s'effectuer simultanément. Elles permettent d'enlever les enveloppes et les germes de grains de maïs pour obtenir des gritz de maïs. Ces

opérations sont réalisées à l'aide d'une décortiqueuse de type Engelberg ou d'un moulin à meules.

- **vannage du gritz de maïs:** vanner le gritz de maïs obtenu après le décortiquage-dégermage afin de le séparer des sons et autres corps étrangers.
- **trempage du gritz de maïs:** le gritz est ensuite trempé dans l'eau pour 7 heures ou toute la nuit, afin de faciliter sa mouture par la suite ;
- **égouttage et lavage du gritz de maïs:** le gritz est ensuite égoutté à l'aide d'une passoire en plastique ou panier propre en matériaux végétaux et relavé avec de l'eau propre ;
- **mouture du gritz de maïs :** moudre le gritz trempé et égoutté au moulin à maïs afin d'obtenir une farine de Mawè non fermentée ;
- **malaxage de la farine :** ajouter 0,25 litre d'eau pour une quantité de 6 kg de Mawè, puis après, mélanger par malaxage pendant 8 à 10 minutes (Figure 08);
- **roulage-calibrage de la pâte :** mettre le Mawè sous forme de granules de tailles homogènes à l'aide d'un tamis végétal et d'une bassine (Figure 09) ou à l'aide d'un rouleur-calibreur ;
- **cuisson à la vapeur des granules:** faire cuire à la vapeur les granules obtenus à l'aide d'un couscoussier pendant 15 à 20 minutes environ (Figure 10);
- **séchage des granules:** étaler en couche mince les granules sur les claies ou les plateaux du séchoir à gaz ou séchoir solaire (en zones sahélienne) ou hybride pour être séchés à une température d'environ 80°C (Figure 11);
- **tamisage des granules séchés:** tamiser les grains séchés à l'aide de trois (3) tamis en acier inoxydable superposés de mailles respectives de 1,25 mm, de 2 mm et de 3,15 mm.

On obtient ainsi trois qualités de Yêkè-Yêkè.

- Yêkè-Yêkè à grains fins de taille inférieure à 1,25 mm ;
- Yêkè-Yêkè à grains de taille comprise entre 1,25 mm et 2 mm ;
- Yêkè-Yêkè à gros grains de taille

comprise entre 2 mm et 3,15 mm ;

- **conditionnement de Yêkè-Yêkè:** peser et emballer les types de couscous dans un sachet polyéthylène (emballage primaire) et, ensuite, les mettre dans un emballage carton (emballage secondaire) approprié pour le stockage et la commercialisation (Figure 12).



Figure 08. Photo de l'opération de malaxage

© PTAA/INRAB



Figure 09. Photo du roulage de Mawè à l'aide du Rouleur/Calibreur

© PTAA/INRAB



Figure 10. Photo de la cuisson à la vapeur de Yêkè-Yêkè

© PTAA/INRAB



Figure 11. Photo des granules pré-cuits étalés dans un plateau de séchage

© PTAA/INRAB



Figure 12. Photo de Yêkè-Yêkè emballé

© PTAA/INRAB

3.3. DIAGRAMME TECHNOLOGIQUE DE PRODUCTION DE YÊKÈ-YÊKÈ

La figure ci-dessous illustre les différentes étapes d'obtention de Yêkè-Yêkè de bonne qualité.

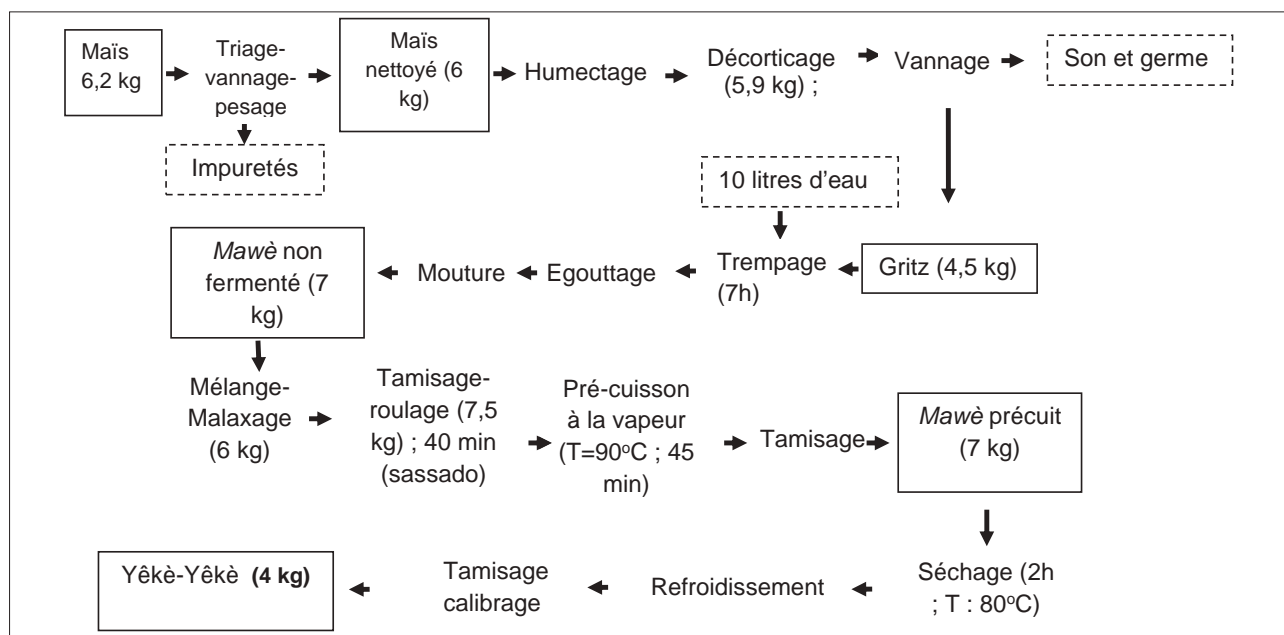


Figure 13. Diagramme technologique de production de Yêkè-Yêkè

3.4. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Il faut éviter ce qui suit:

- Décortiquer et dégermer le maïs avec des techniques inappropriées (piler dans un mortier par exemple);
- Tremper le gritz de maïs au-delà de 8h avec un degré d'ensoleillement très élevé;
- Faire le séchage de Yêkè-Yêkè à même le sol et à ciel ouvert;
- Laisser la pâte de Mawè se fermenter.

4. UTILISATION

Yêkè-Yêkè peut être directement consommé après une cuisson à la vapeur des granules avec une sauce. Yêkè-Yêkè peut être séché pour une longue durée de conservation (au moins un an).

Ce couscous de maïs peut être consommé par toutes personnes (enfants, jeunes et vieux).

5. CONCLUSION

Yêkè-Yêkè stabilisé est un nouveau produit qui valorise davantage la production du maïs au Bénin. Ce couscous de maïs devient un mets local susceptible de remplacer valablement le couscous de blé.

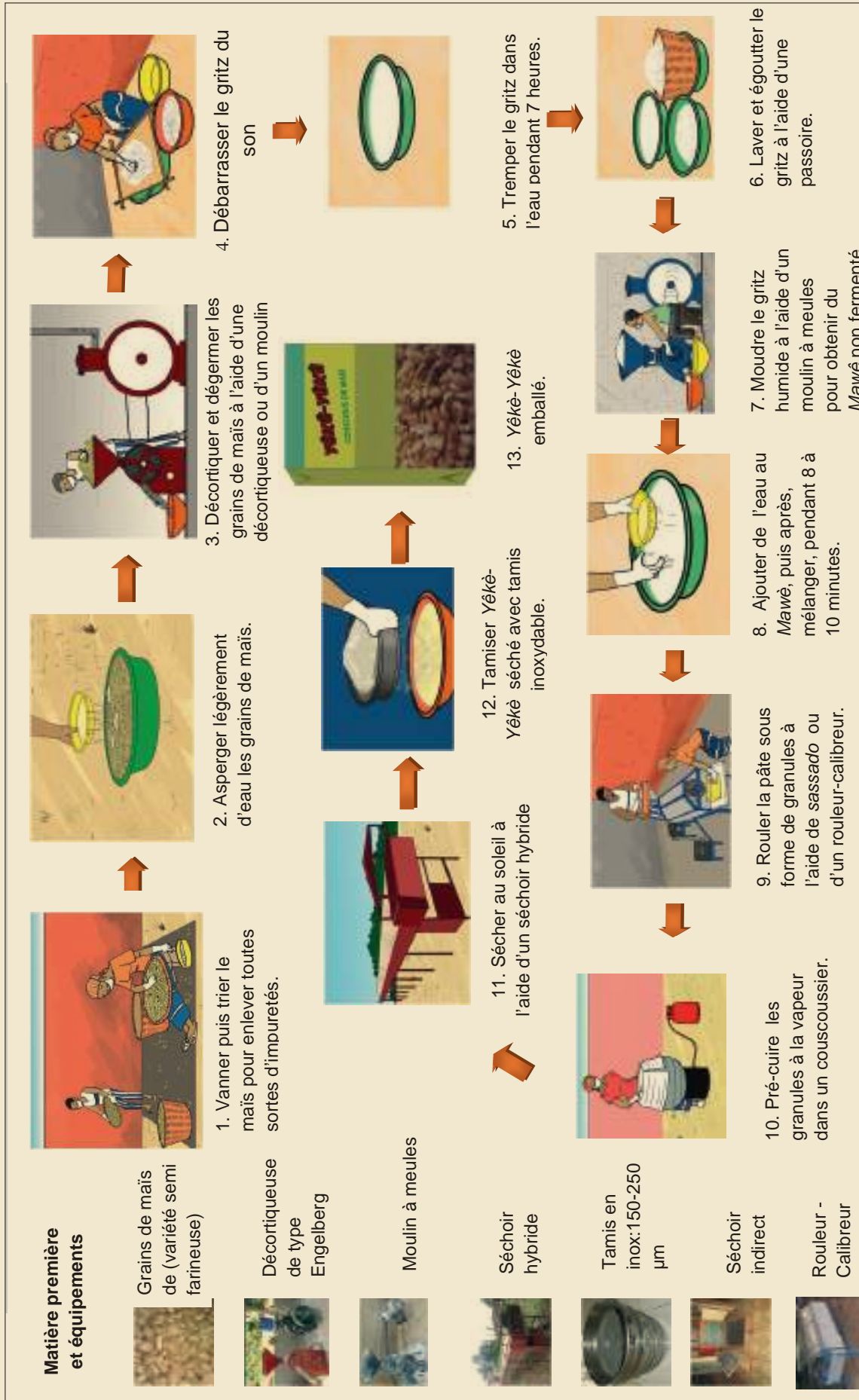
Ainsi, Yêkè-Yêkè mérite d'être promu au niveau national et dans d'autres pays d'Afrique.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adjadi, O., C., Lokossou, O., G., Azéloknon, C., D., Bankolé, A., K., A., Djinadou, R. N., Ahoyo Adjovi, A., Adjanohoun, A. 2015. *Recueil de mets et de boissons à base de maïs consommés au Bénin*. INRAB et PPAAO/WAAPP /Bénin, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. 155 p.

Houssou, P., Padonou, W., Vodouhè M., Djivoh H., Dansou V., Hotegni A. et Metohoue R. 2016. «Amélioration de la qualité de Yêkè-Yêkè (couscous de maïs) par enrichissement aux différentes légumineuses au Bénin», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 16, n° 3, juin 2016, p. 573-585.

Poster 6. Comment produire de Yéké-Yéké de bonne qualité ?



© Eudox Béatitudes

FICHE TECHNIQUE N° 7
BONNE PRATIQUE DE
PRODUCTION DE
YÈKÈ-YÈKÈ
ENRICHI AU NIÉBÉ OU AU VOANDZOU



1. INTRODUCTION

Yêkè-Yêkè est un couscous issu de la transformation du maïs. Ce couscous présente une texture un peu plus dure après cuisson comparativement au couscous de blé cuit. L'enrichissement de Yêkè-Yêkè au niébé et au voandzou, deux légumineuses à graines produites au

Bénin, a permis l'amélioration de la texture et la qualité nutritionnelle de Yêkè-Yêkè. La présente fiche technique présente le procédé technologique de la production de Yêkè-Yêkè enrichi aux légumineuses.

2. DE QUOI A-T-ON BESOIN POUR PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ ENRICHIS?

2.1. MATIÈRES PREMIÈRES

La matière première principale utilisée est le maïs grain (Figure 01) de variété farineuse. Les matières premières

secondaires utilisées sont le niébé blanc (Figure 02) et le voandzou (Figure 03). Ces matières premières doivent être de bonne qualité (sans charançons, grains non moisissés et de couleur uniforme).



Figure 01. Photo des grains de maïs à peau blanche

© PTAA/INRAB



Figure 02. Photo des graines de niébé à peau blanche

© PTAA/INRAB



Figure 03. Photo des graines de voandzou

© PTAA/INRAB

2.2. MATÉRIELS ET ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES

Les équipements et matériels suivants sont utilisés pour la production de Yêkè-Yêkè enrichi au niébé ou au voandzou : sassado (Figure 04a) ; rouleur-calibreur (Figure 04b) ; trois tamis de maille différente (Figure 05) ; décortiqueuse de type Engelberg (Figure 06) ;

moulin à maïs (Figure 07) ; mortier ; couscoussier (Figure 08) ; séchoir à gaz, à énergie solaire /casse, hybride, indirect, coquille (Figures 09a, 09b, 09c, 09d, 09e) ; des sachets et cartons d'emballage. Les autres matériels nécessaires sont : une bassine, des bols, une passoire et une thermo soudeuse.

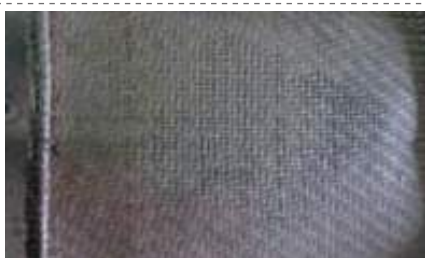


Figure 04a. Photo du Sassado

© PTAA/INRAB



Figure 04b. Photo du rouleur-calibreur

© PTAA/INRAB



Figure 05. Photo des Tamis en inox

© PTAA/INRAB



Figure 06. Photo de la décortiqueuse Engelberg

© PTAA/INRAB



Figure 07. Photo du moulin à maïs

© PTAA/INRAB



Figure 08. Photo du couscoussier

© PTAA/INRAB



Figure 09a. Photo du séchoir hybride

© PTAA/INRAB



Figure 09b. Photo du séchoir ATTESTA

© PTAA/INRAB



Figure 09c. Photo du séchoir caisse

© PTAA/INRAB



Figure 09d. Photo du séchoir indirect

© PTAA/INRAB



Figure 09e. Photo du séchoir coquille

© PTAA/INRAB

3. COMMENT PRODUIRE DE YÊKÈ-YÊKÈ ENRICHIS?

3.1. BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE À OBSERVER

La production de Yêkè-Yêkè enrichi de bonne qualité exige le respect des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) suivantes au niveau du personnel, des équipements, des matériels et de l'environnement de travail :

- disposer d'un atelier de transformation et le maintenir toujours propre (balayer avant et après le travail). Les abords de l'atelier doivent être exempts de déjections animales et autres déchets, puis éviter l'entrée des rongeurs dans l'atelier ;
- porter des vêtements propres de travail (porter un foulard pour couvrir la tête, un cache nez, des gants, un blouson qui couvrira le corps) et des chaussures adéquates ;
- se laver les mains régulièrement avant ou pendant chaque activité de transformation ou après chaque geste impropre (aller aux toilettes, se moucher, etc.) ;
- éviter de faire plusieurs activités de transformation au sein du même atelier (production d'huile rouge et Yêkè-Yêkè enrichi) ;
- exécuter les opérations les unes après les autres sans retour en arrière (en partant de la matière première au produit fini) ;
- maintenir propres et entretenir les matériels et équipements de transformation.

3.2. DESCRIPTION DES OPÉRATIONS UNITAIRES NÉCESSAIRES

Pour produire de Yêkè-Yêkè enrichi aux légumineuses, le maïs est d'abord transformé en farine humide de *Mawè* non fermentée. Le niébè décortiqué ou le voandzou sont également transformés en farine.

COMMENT OBTENIR LE *MAWÈ* NON FERMENTÉ ?

Pour obtenir la farine de *Mawè* non fermentée, les grains de maïs sont triés, humectés et décortiqués-dégermés au moulin afin d'obtenir les gritz de maïs. Ce gritz est ensuite trempé pendant 7 heures puis égoutté avant d'être moulu en farine de *Mawè* non fermentée. Les opérations successives se présentent comme suit

- **triage et vannage des grains de maïs:** débarrasser le maïs de toutes impuretés (grains de sables, cailloux et corps étrangers) afin de le rendre propre (Figure 10) ;
- **humectage des grains de maïs:** asperger d'un demi litre d'eau une quantité de 10 kg de grains de maïs triés et vannés pour en faciliter le décortiquage (Figure 11) ;
- **décortiquage-dégermage des grains de maïs:** les opérations s'effectuant simultanément. Elles permettent d'enlever les enveloppes et les germes de grains de maïs pour obtenir des gritz de maïs. Ces opérations sont réalisées à l'aide d'une décortiqueuse de type Engelberg ou d'un moulin à meules (Figure 12) ;
- **vannage du gritz de maïs:** vanner le gritz de maïs obtenu après le décortiquage-dégermage afin de le séparer des sons et autres corps étrangers ;
- **trempage du gritz de maïs:** le gritz est ensuite trempé dans l'eau pour 7 heures ou toute la nuit afin de faciliter sa mouture par la suite (Figure 13) ;
- **égouttage et lavage du gritz de maïs:** le gritz est ensuite égoutté à l'aide d'une passoire en plastique ou panier propre en matériaux végétaux

et relavé avec de l'eau propre;

- **mouture du gritz de maïs:** moudre le gritz trempé et égoutté au moulin à maïs afin d'obtenir une farine de Mawê non fermentée;

- **malaxage de la farine:** ajouter 0,25 litre d'eau pour une quantité de 6 kg de Mawê, puis après, mélanger par malaxage pendant 8 à 10 minutes (Figure 08).



Figure 10. Photo du triage de maïs grains



Figure 11. Photo d'aspersion d'eau des grains de maïs

© PTAA/INRAB

© PTAA/INRAB



Figure 13. Photo du trempage des gritz de maïs

© PTAA/INRAB



Figure 12. Photo du décortiquage-dégermage du maïs

COMMENT OBTENIR LA FARINE DU NIÉBÉ ?

Les graines de niébé sont triées, lavées puis décortiquées par pillage au mortier ou à l'aide de moulin à meule. Les graines de niébé décortiquées sont séchées puis vannées pour enlever les pellicules et avoir les cotylédons. Ces cotylédons sont ensuite réduits en farine à l'aide d'un moulin à meules.

COMMENT OBTENIR LA FARINE DE VOANDZOU ?

Les graines de voandzou sont triées, lavées puis séchées au soleil. Après séchage, les graines sont moulues pour obtenir la farine de voandzou.

COMMENT OBTENIR YÊKÊ-YÊKÊ ENRICHI AU NIÉBÉ OU VOANDZOU ?

Yêkê-Yêkê enrichi (niébé ou voandzou) s'obtient par le mélange de 4/5 de farine

de Mawê et 1/5 de la farine de niébé ou du voandzou. Chacune de ces productions comporte les grandes étapes suivantes:

- **pétrissage-malaxage des farines:** mélanger la farine de niébé ou de voandzou avec la farine de Mawê et ajouter 0,71 L d'eau pour malaxer (Figure 14) ;
- **roulage-calibrage de la pâte:** rouler la pâte sous forme de granules à l'aide de sassado (Figure 04a) ou d'un rouleur-calibreur (Figure 15);
- **pré-cuisson des granules:** Pré-cuire les granules à la vapeur dans un couscoussier (Figure 16). La fin de la pré-cuisson est indiquée par le changement de la couleur des granules de blanc à jaune clair.

- **séchage:** sécher au soleil à l'aide d'un séchoir hybride (Figure 17);
- **tamisage et calibrage de Yêkè-Yêkè enrichi:** tamiser Yêkè-Yêkè séché avec trois (3) tamis en acier inoxydable superposés de mailles respectives de 1,25 mm, de 2 mm et de 3,15 mm (Figure 18). On obtient ainsi trois qualités de Yêkè-Yêkè
 - Yêkè-Yêkè à grains fins de taille inférieure à 1,25 mm;
 - Yêkè-Yêkè à grains de taille comprise entre 1,25 mm et 2 mm;
 - Yêkè-Yêkè à gros grains de taille comprise entre 2 mm et 3,15 mm;
- **conditionnement:** peser puis emballer les différents types de Yêkè-Yêkè enrichi. Conditionner Yêkè-Yêkè enrichi dans un sachet en polyéthylène (emballage primaire) et le mettre ensuite dans un carton approprié (emballage secondaire) pour le stockage et la commercialisation (Figure 19).



Figure 14. Photo du pétrissage-malaxage des farines

© PTAA/INRAB



Figure 15. Photo du roulage-calibrage de la pâte

© PTAA/INRAB



Figure 16 : Photo de la cuisson à la vapeur

© PTAA/INRAB



Figure 17. Photo de séchage des granulés pré-cuits dans un séchoir

© PTAA/INRAB



Figure 18. Photo de tamisage de Yêkè-Yêkè

© PTAA/INRAB



Figure 19. Photo de Yêkè-Yêkè enrichi emballé

© PTAA/INRAB

3.2. DIAGRAMME TECHNOLOGIQUE DE PRODUCTION DE YÊKÈ-YÊKÈ ENRICHI

La figure 20 illustre les différentes étapes d'obtention de Yêkè-Yêkè enrichi de bonne qualité.

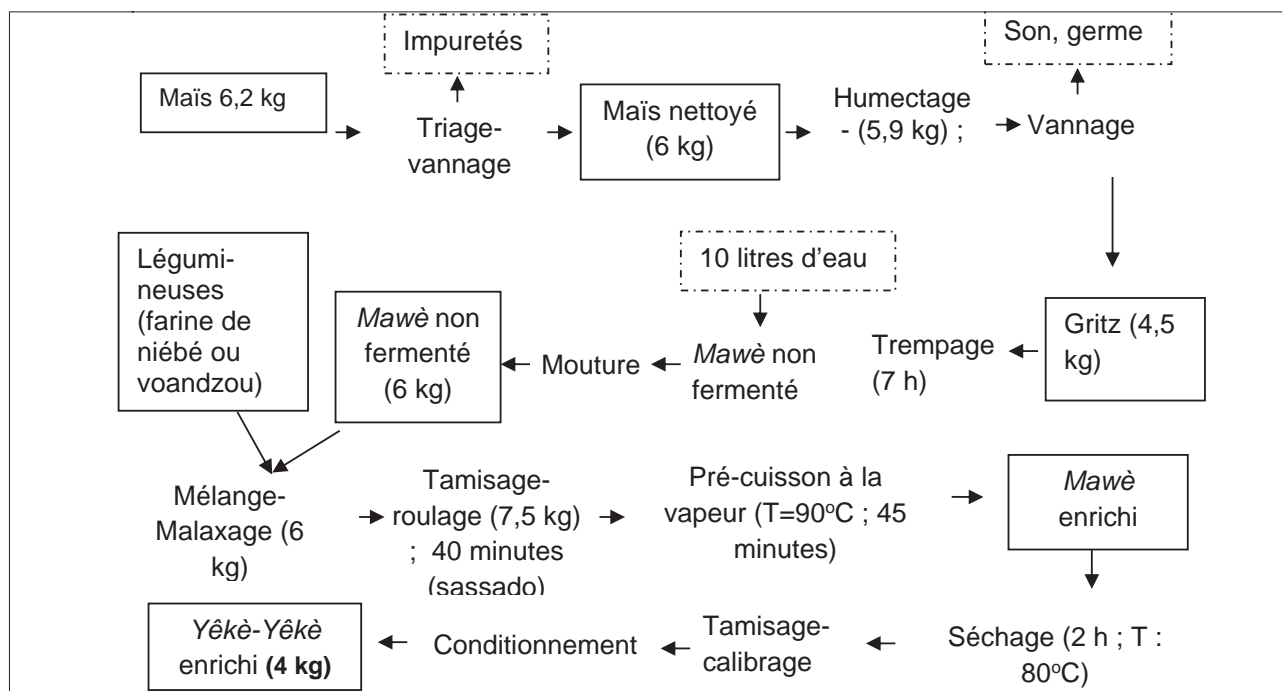


Figure 20: Diagramme technologique de production de Yêkè-Yêkè enrichi aux légumineuses

4. PRATIQUES NON RECOMMANDÉES

Il faut éviter ce qui suit:

- Décortiquer et dégermer le maïs avec des techniques inappropriées (piler par exemple);
- Tremper le gritz de maïs au-delà de 16 heures;
- Faire le séchage de Yêkè-Yêkè à même le sol et à ciel ouvert;
- Laisser la pâte de Mawè se fermenter;
- Utiliser la farine de niébé non dépelliculé.

5. UTILISATION

Yêkè-Yêkè enrichi obtenu juste après la cuisson à vapeur des granules peut être assaisonné puis mangé avec une sauce au choix. Yêkè-Yêkè peut être séché pour une longue durée de conservation (au moins un an). Ce couscous enrichi aux légumineuses a une teneur en protéines plus élevée et peut être conseillé aux

enfants en croissance. Yêkè-Yêkè enrichi peut être consommé lors des grandes réjouissances ou vendu dans des cantines, maquis, restaurants, hôtels, etc.

6. CONCLUSION

Yêkè-Yêkè enrichi au niébé ou au voandzou est une variante de Yêkè-Yêkè ayant une teneur en protéines plus élevée (12 %), donc plus nutritif. Ainsi, des actions de vulgarisation et de promotion de

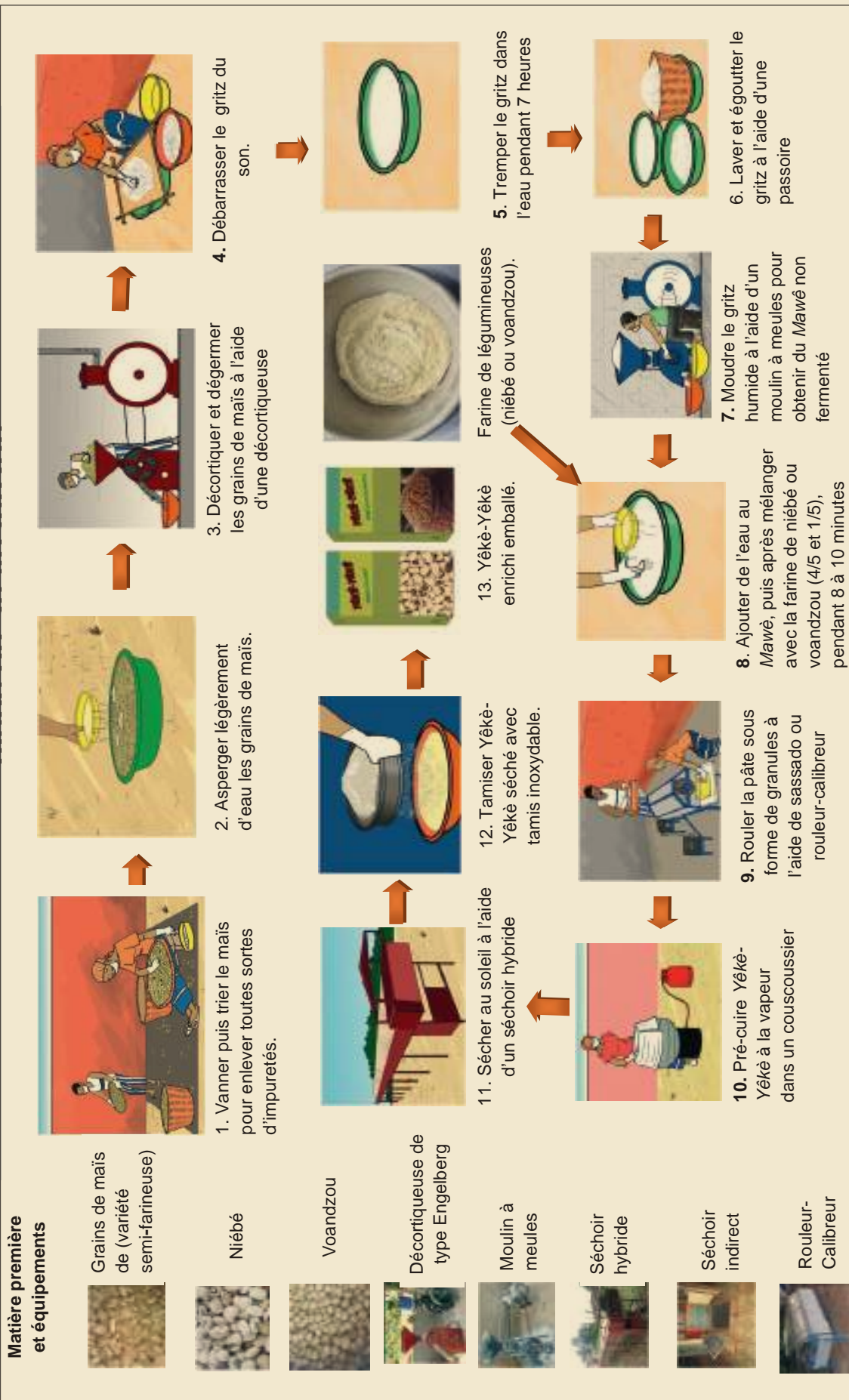
Yêkè-Yêkè enrichi s'avèrent nécessaires pour la lutte contre l'insécurité alimentaire au Bénin dans d'autres pays d'Afrique.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Houssou, P., Padonou, W., Vodouhè, M., Djivoh, H., Dansou, V., Hotegni, A. et Metohoue, R. 2016. «Amélioration de la qualité de Yêkè-Yêkè (couscous de maïs) par enrichissement aux différentes légumineuses au Bénin», *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol.16, n° 3, juin 2016, p. 573-585.

Houssou, P., Adjoviahoyo, N., R., Ahouansou, R., Dansou, V., Djivoh, H., Adjanohoun, A., Mensah, G., A. 2014. *Production de Yêkè-Yêkè (couscous de maïs) enrichi au niébé*, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, p 16

Poster 7. Comment produire de Yèkè-Yèkè enrichi au niébé ou voandzou ?



Représentation de la FAO au Bénin

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Avenue Jean Paul II
BP 1327 Cotonou - Bénin Tél. (229) 21 31 42 45

ISBN 978-92-5-131243-8



9 789251 312438

CA2956FR/1/02.19