



Ministère de l'Agriculture, de
l'Élevage et de la Pêche,
République du Bénin



Agence Japonaise de
Coopération Internationale



Manuel 4

Technique de Préparation de la Provende Aquacole au Bénin

Dépôt légal
N°6680 du 02/05/2013 - 2^{ème} Trimestre
Bibliothèque Nationale
ISBN 978-99919-1-367-4



PROJET DE VULGARISATION DE L'AQUACULTURE CONTINENTALE
EN REPUBLIQUE DU BENIN



Technique de Préparation de la Provende Aquacole au Bénin

d'ALMEIDA Arsène F.M., HOUENOU Hippolyte L.M., IWA Léon,
CHANGO Fakorédé, NIWA Yukiyasu, NEZAKI Goro, YOKOYAMA Saichiro

**Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
République du Bénin
et
Agence Japonaise de Coopération Internationale**

Septembre 2014

Dépôt légal
N°6680 du 02/05/2013 - 2^{ème} Trimestre
Bibliothèque Nationale
ISBN 978-99919-1-367-4



Guide de citation

PROVAC, 2014 : Technique de préparation de la provende aquacole au Bénin. Préparé et publié à la Direction des Pêches par le Projet de Vulgarisation de l'Aquaculture Continentale en République du Bénin, JICA/MAEP, 2^{ème} édition revue et corrigée, Cotonou, 12 p. + Annexes.

Résumé

Le présent manuel vise à donner aux pisciculteurs et aux agents de vulgarisation les notions fondamentales de formulation des aliments-poissons à partir des sous-produits agro-alimentaires disponibles dans leurs milieux. Une attention particulière est faite à la qualité de la provende mais également à son séchage et à sa conservation. Il est consacré à la technique de préparation de la provende aquacole au Bénin.

C'est un guide pratique destiné aux acteurs aquacoles à divers niveaux et au large public.

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou procédé que ce soit : électronique, mécanique, photocopie ou autre, sans autorisation préalable de la Direction chargée de l'Aquaculture du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.

Adressez une demande motivée au Directeur en charge de l'Aquaculture/Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, BP 383 Cotonou, Bénin, indiquant les passages ou illustrations en cause.

Remerciements

Le Projet de Vulgarisation de l'Aquaculture Continentale en République du Bénin (PROVAC) et les auteurs du manuel expriment leur profonde gratitude à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) à Tokyo, à l'Ambassade du Japon au Bénin, au Bureau de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) à Cotonou pour leurs soutiens indéfectibles à la mise en œuvre du Projet.

Notre sincère reconnaissance aux Autorités béninoises à tous les niveaux, notamment : Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche – Azizou EL-HADJ ISSA, Monsieur le Secrétaire Général du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Président du Comité Conjoint de Coordination du Projet – Abdoulaye TOKO, Monsieur le Directeur des Pêches, Président du Comité de Suivi du Projet – Jean Baptiste DEGBEY, pour la tutelle et la supervision des actions du Projet ainsi que la facilitation de toutes les démarches administratives.

Nous exprimons notre gratitude au chef d'Equipe des Experts – Dr Masanori DOI - et à tous les experts du PROVAC.

Nous remercions également les Directeurs Généraux des CARDER Ouémé/Plateau, Zou/Collines, Mono/Couffo et Atlantique/Littoral et leurs collaborateurs, à divers niveaux, pour le précieux accompagnement des activités du Projet, ce qui a conduit à une véritable synergie.

Nous n'oublions pas le personnel d'appui du PROVAC, à savoir : la secrétaire, l'interprète et les chauffeurs ; les pisciculteurs clés et les pisciculteurs ordinaires sans qui beaucoup de choses n'auraient pu être réalisées.

Avant-propos

Les potentialités aquacoles du Bénin sont énormes, notamment dans le Sud. L'aquaculture constitue une activité traditionnelle bien connue dans certains départements tels que l'Ouémé où la pratique des trous à poissons est assez répandue, de même que l'élevage des poissons dans les étangs alimentés en eau par la nappe phréatique.

Le système d'élevage était pratiquement extensif et la production - bien insignifiante. Il n'existait au Bénin ni de centre d'alevinage ni de fabrique d'aliments-poissons jusqu'à la mise en service du Centre Piscicole de Godomey, avec le Projet de Développement de la Pisciculture financé par le Fonds Européen de Développement (FED), qui avait pu donner de l'impulsion au développement de la pisciculture dans le pays jusque dans les années 95. Le manque d'institutions de recherche et/ou de formation spécialisées en aquaculture au Bénin constituait également une contrainte au développement de l'aquaculture.

Les activités piscicoles ayant pris un envol, se sont poursuivies et le Centre d'alevinage de Tohonou à Bopa, dans le département du Mono, pouvait produire et mettre à la disposition des pisciculteurs des alevins et des aliments-poissons de qualité satisfaisante.

Ainsi, la pisciculture de Godomey et le centre d'alevinage de Tohonou avaient permis non seulement aux populations de tous les départements de plus s'intéresser à l'élevage de poissons mais également de disposer d'alevins et d'aliment de qualité satisfaisante. Toutefois, l'aquaculture dans sa globalité n'a pas encore atteint un niveau commercial. Sa rentabilité dans les conditions béninoises reste encore à prouver pour convaincre les investisseurs à fortement s'impliquer dans le domaine d'activités. Il existe donc peu de grands investissements dans l'aquaculture au Bénin, d'où la nécessité d'encourager toutes les actions pouvant concourir à l'augmentation de la production de poisson par la pisciculture, à travers l'utilisation d'infrastructures simples et peu coûteuses, adaptées et accessibles à toutes les couches sociales.

Par ailleurs, il n'est secret pour personne que les pêcheries béninoises ont atteint depuis des années, des niveaux de pleine

exploitation, sinon de surexploitation, dans certains cas comme ceux des lacs Ahémé et Nokoué. Il est évident que l'exploitation des ressources halieutiques a atteint son plafond.

En effet, selon les statistiques récentes, la production halieutique annuelle totale au Bénin, toutes pêches et espèces confondues, ne dépasse guère 41 000 Tonnes. En considérant un taux moyen annuel de consommation de poisson de l'ordre de 14 kg *per capita*, la demande intérieure en produits halieutiques s'élèverait à environ 120 000 Tonnes. Au même moment, les importations de poissons congelés augmentent au fil des ans depuis l'avènement de la grippe aviaire et de la peste porcine. Actuellement, le Bénin importe chaque année au moins 70 000 Tonnes de poissons congelés.

Dans ce contexte, le Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA) a recommandé de réduire de 20% les importations de poissons congelés, d'ici à l'an 2015.

Aussi, toute tentative d'accroissement de la production de poisson autre que par l'élevage ne viendrait qu'aggraver la situation déjà à la limite désastreuse.

A ce jour et en dépit des potentialités dont le Bénin regorge, le développement de l'aquaculture se heurte encore à des contraintes dont les plus importantes sont la qualité peu satisfaisante des aliments fabriqués localement à base des sous-produits agro-alimentaires disponibles sur le marché et la cherté des aliments manufacturés importés.

L'alimentation des poissons demeure, en amont, la contrainte fondamentale que connaît la pisciculture béninoise. Aucune institution n'effectue ni contrôle à la fabrication, ni analyse bromatologique pour guider le pisciculteur dans le choix des aliments et la détermination des rations. La grande majorité des pisciculteurs se contentent des sous-produits agro-alimentaires dont ils ne maîtrisent ni la composition chimique ni les proportions des divers constituants.

En vue d'aider les pisciculteurs béninois, dont le nombre a beaucoup augmenté depuis quelques temps, à mieux connaître les bases élémentaires de la pisciculture en vue d'entreprendre avec plus de technicité la conduite de l'élevage des deux espèces de poissons de

pisciculture bien connues dans le pays – le tilapia *Oreochromis niloticus* et le silure noir ou poisson-chat africain *Clarias gariepinus*, le Projet de Vulgarisation de l’Aquaculture Continentale en République du Bénin (PROVAC) a vu juste de mettre à leur disposition une série de six manuels dont celui intitulé « ***Technique de préparation de la provende aquacole au Bénin*** ».

Dr Arsène F. M. d’ALMEIDA
Ichtyologiste, Spécialiste en Aquaculture
Coordonnateur/Chef du Projet

Table des matières

Introduction.....	1
1. Qu'est ce qu'une bonne provende aquacole?	2
1-1. Les ingrédients utilisables pour une provende aquacole. ..	2
1-2. Autres ingrédients recommandés :.....	4
1-3. Importance de la mouture des ingrédients	5
1-4. Contamination des ingrédients.....	6
1-5. Ingrédients inutiles.....	6
2. Formule de la provende aquacole.....	7
3. Contrôler et ajuster le pH de la provende	8
4. Fabrication d'une provende granulée	8
5. Séchage de la provende granulée	9
6. Vérification de la teneur en eau de la provende.....	11
7. Conservation de la provende	12
8. Provende flottante.....	12

ANNEXES

1. Composition en acides aminés essentiels des principaux ingrédients
2. Facteurs anti-nutritionnels de la farine de poisson (Sénégal)
3. Schéma d'une étagère et dessin d'une table de séchage
4. Utilisation de grenouilles et de têtards en aquaculture et dans la fabrication de la provende
5. Utilisation d'asticots en aquaculture et dans la fabrication de la provende

Introduction

Le futur développement de l'aquaculture sous toutes ses formes et l'amélioration effective de sa productivité en vue de la résolution des problèmes techniques de l'heure liés à l'amenuisement des ressources halieutiques et à l'augmentation de la production de poissons pour satisfaire les besoins en protéines animales des populations des villes et campagnes nécessitent une attention soutenue quant au processus d'alimentation et d'utilisation des aliments complets et économiquement rentables pour tous les poissons d'élevage.

L'atteinte de cet objectif passe par une connaissance claire des poissons d'élevage, de leurs besoins alimentaires et nutritionnels, des méthodes d'appréciation desdits besoins, des régimes et normes de nourrissage des poissons, etc.

Les matières et l'énergie entrant dans l'organisme sous forme d'aliments, se transforment dans le tractus digestif et permettent le déroulement de toutes les fonctions vitales. Une partie des aliments ingérés n'est pas assimilée et est éliminée dans le milieu extérieur sous forme d'excréments. Moins les matières alimentaires sont éliminées par les excréments et plus efficacement sont convertis les aliments. Pour cette raison, une question fondamentale consiste en la formulation et en l'utilisation dans la pratique aquacole des aliments qui devraient être assimilés au maximum par l'organisme en vue de l'accomplissement des fonctions vitales.

Après l'assimilation, une partie des matières et de l'énergie est utilisée par les organismes pour la croissance tandis qu'une autre partie est utilisée pour les fonctions physiologiques.

En aquaculture commerciale, la question fondamentale est de maximiser la production en un temps assez court. Cela voudrait dire qu'il faille disposer des aliments dont l'énergie, dans une grande mesure, permettrait les échanges plastiques (la croissance) chez les poissons.

Le présent manuel met à la disposition des acteurs aquacoles les notions nécessaires pour surmonter les contraintes liées à la fabrication des aliments-poissons de bonne qualité.

1. Qu'est ce qu'une bonne provende aquacole?

Une provende aquacole doit nécessairement contenir des nutriments tels que les protéines, les lipides, les glucides et l'énergie qui sont indispensables pour une saine croissance du poisson. Une bonne provende aquacole facilite la croissance du poisson, permet d'avoir un bon indice de conversion et de réaliser de gros bénéfices. Ce document nous fournit des renseignements sur "comment préparer une bonne provende aquacole"

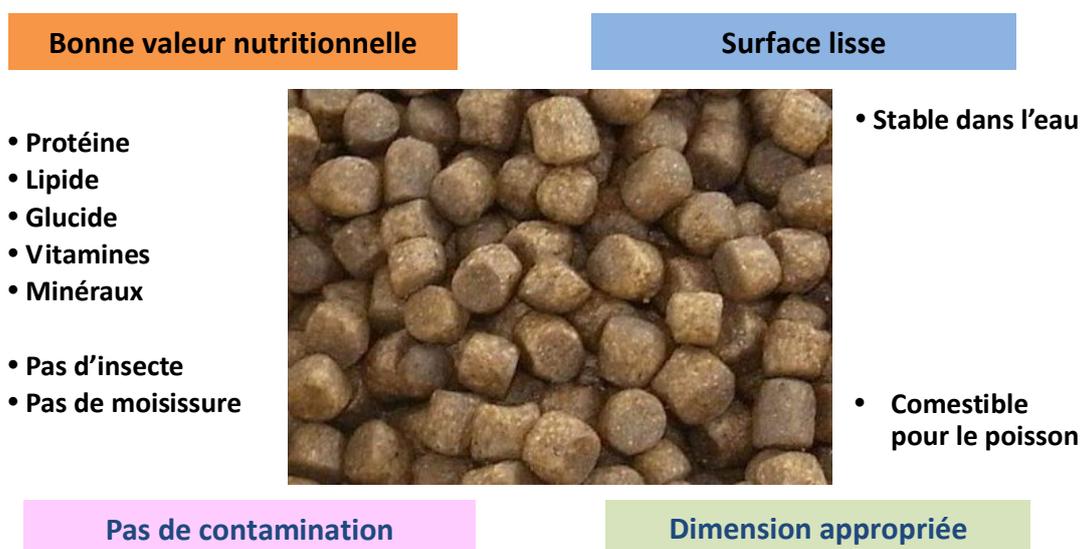


Figure N° 1 : Conditions à remplir par une bonne provende

Pour préparer une bonne provende aquacole comme mentionné plus haut, il faut prendre le soin de vérifier les préalables suivants :

- Combien de nutriments contient-elle?
- Est-ce une provende granulée ou une autre forme de provende?
- Est-ce une provende respectant les normes sanitaires requises?
- A-t-elle une granulométrie convenable pour le poisson?

1-1. Les ingrédients utilisables pour une provende aquacole.

Les caractéristiques des principaux ingrédients qu'on rencontre souvent au Bénin sont résumées dans le tableau 1 ci-après :

Tableau N° 1: Caractéristiques des principaux ingrédients.

Ingrédients	Caractéristiques
<p>a. Farine de poisson</p> 	<p>La farine de poisson est l'ingrédient le plus connu entrant dans la préparation d'une provende aquacole. Il contient une grande quantité de protéine, de lipide, de vitamines et de sels minéraux. La farine de poisson bien équilibrée a une composition en acides aminés et en acides gras idéale pour les poissons. Une bonne provende doit contenir plus de 20% de farine de poisson. Cependant, la farine de poisson la plus utilisée au Bénin est celle importée du Sénégal (qui est un fertilisant de qualité) avec un taux élevé d'acide thiobarbiturique (TBARS). Les TBARS affectent négativement l'assimilation des nutriments, la croissance et la santé des poissons. Le taux de farine de poisson du Sénégal admissible dans la préparation de l'aliment est de 20% (Appendice).</p>
<p>b. Farine de soja (Entière et Dégraissée)</p> 	<p>La farine de soja résulte du soja broyé qui contient une quantité élevée de protéine. Elle est aussi une bonne source de protéine ; cependant sa teneur en certains acides aminés tels que la lysine et la méthionine est insuffisante pour le poisson.</p>
<p>c. Tourteau de coton</p> 	<p>Le tourteau de coton contient une quantité élevée de protéine; cependant, le gossypol qui est un type d'élément antinutritionnel se retrouve dans cet ingrédient. Le pourcentage acceptable dans une provende aquacole est moins de 30% ou, dans le cas contraire, il devra être neutralisé avec un additif en fer.</p>
<p>d. Son de maïs</p> 	<p>Le son de maïs contient une faible quantité de protéine et de lipide comparé à d'autres sources de protéines végétales; toutefois, il peut être utilisé pour sa teneur en vitamines B2, B3 et B6, en sels minéraux et en certains acides aminés.</p>
<p>e. Son de riz</p> 	<p>Le son de riz a une teneur faible en protéine mais renferme une forte teneur en lipide comparativement à d'autres sources de protéines végétales. Il est utilisé comme source de vitamine B, de vitamine E et de sels minéraux. Il constitue un bon liant qu'on ajoute à la provende dans une proportion inférieure à 20%.</p>

Les compositions approximatives et les prix de ces ingrédients sont indiqués dans le Tableau 2. La farine de poisson, la farine de soja et le tourteau de coton ont une teneur plus élevée en protéine que les autres "sons".

Tableau N° 2 : Composition approximative¹ et prix des ingrédients

	Protéine brute (%)	Lipide Brut (%)	Prix ² (FCFA/kg)
Farine de poisson (Sénégal, Fertilisant de qualité)	37,0	6,0	329
Farine de poisson (Ghana)	66,2	12,0	550 ³
Farine de soja entière	42,0	19,0	381
Farine de soja (Dégraissée)	51,2	7,0	400
Tourteaux de Coton (Dégraissés)	35,7	3,0	203
Son de maïs	10,9	2,0	138
Son de riz	7,6	4,0	95
Son de blé	12,7	0,0	132
Manioc	3,5	0,7	143

¹ Houénou (2014) à l'Université de Kagoshima, Japon

² Prix moyen donné par les pisciculteurs clés du PROVAC (2014).

³ Prix estimatif.

1-2. Autres ingrédients recommandés :

- Le son de blé, la farine de blé et le manioc: utilisés comme liants pour les granulés ;
- Les sous-produits d'origine animale: utilisés comme sources de protéine et de lipide, comme suppléments d'acides aminés ;
- Huile de palme: utilisée comme lipide, source d'énergie et comme vitamine E qui est un antioxydant ;
- Mélange de vitamines et de sels minéraux: utilisé comme vitamines et minéraux.

1-3. Importance de la mouture des ingrédients

Avant toute utilisation des ingrédients, il faut vérifier au préalable qu'ils ont été broyés comme il faut (Figure 2). Une mouture insuffisante résulte en une mauvaise texture (aspect) de la provende et une mauvaise stabilité de la provende dans l'eau. Cependant, si les ingrédients sont moulus très finement ; la densité des aliments fabriqués localement augmente ce qui accélère la sédimentation des granulés. En vue d'éviter cela, le PROVAC recommande de moudre les ingrédients selon leurs caractères nutritionnels. Le tableau 3 montre le diamètre recommandé pour chaque type d'ingrédient.



Figure N° 2 : Exemple de broyage. a: Mouture insuffisante, b: Mouture satisfaisante

Tableau N° 3 : Diamètres recommandés pour les ingrédients fréquemment utilisés pour la fabrication de la provende

Diamètre recommandé	Ingrédients
0,2 - 1 mm	Farine de poisson, soja, tourteau de coton
1 – 2 mm	Son de maïs, son de blé
Fin	Son de riz, Manioc

1-4. Contamination des ingrédients

Avant d'utiliser les ingrédients, il faut vérifier s'ils ne renferment pas des insectes et / ou des moisissures (Figure 3). Les ingrédients infectés peuvent être toxiques et indigestes pour les poissons. Si vous constatez que les ingrédients sont contaminés, ne les utilisez pas.



Figure N° 3 : Ingrédients contaminés, a: Tourteau de coton sur lequel on peut voir des moisissures, b: Provende en poudre contenant des insectes

1-5. Ingrédients inutiles

Il existe quelques ingrédients inutiles qui contiennent une quantité élevée de fibres tels que les tourteaux de palmiste et les coques de riz. La coquille de mollusque et le sel de cuisine ne sont pas nécessaires pour préparer une provende de poisson d'eau douce. Ces ingrédients ne devraient pas être utilisés comme nutriments pour les poissons (Figure 4).



Figure N° 4 : Ingrédients inutiles pour la provende de poisson. Flèches jaunes a: coque de riz, à droite: coquille de mollusque en poudre

2. Formule de la provende aquacole

Des exemples de formulation de provende pour le *Tilapia* (1 et 2) et 1 pour le *Clarias* sont indiqués dans le Tableau 4. Dans cette formulation, la farine de poisson, la farine de soja et le tourteau de coton sont essentiellement utilisés comme sources de protéines. Le son de maïs et le son de riz sont principalement ajoutés comme sources de vitamines B et E. L'huile de palme ajoutée joue le rôle de lipide, de source d'énergie et de vitamines E et A. Le manioc est utilisé comme liant afin que la provende granulée soit bien compacte. Les teneurs en protéine sont environ 26~43%, les teneurs en lipide sont de 11~12% et sont considérées comme des taux suffisants de nutriments pour le *Tilapia* et le *Clarias*. Cependant, l'Indice de Conversion et le bénéfice diffèrent selon qu'on utilise une provende ou une autre.

Tableau N° 4 : Exemples de formules de provendes pour le *Tilapia* et le *Clarias*

Ingrédient	<i>Tilapia</i>			<i>Clarias</i>
	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	
Farine de poisson (Sénégal)			20	
Farine de poisson (Ghana)	20	12		40
Farine de soja	25	25	25	25
Tourteau de coton dégraissé	15	15	15	10
Son de maïs	10	10	10	5
Son de riz	12,5	20	11,3	5
Son de blé	10	10	10	7,5
Manioc	5	5	5	5
Huile de palme	2,5	3	3,7	2
Prémix vitaminé	0	0	0	0,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Protéine brute (>25%)	32,6	27,9	26,6	42,6
Lipide brut (>10%)	10,8	10,7	10,8	12,2
Prix du produit (FCFA) ¹	299	265	261	398

¹Calculé sur la base des prix moyens de chaque ingrédient en 2014.

T1, T2 et T3 - % du poids sec.

3. Contrôler et ajuster le pH de la provende

Le pH de la provende influence le comportement alimentaire, il doit être donc presque neutre (pH 7.0). Il est important de vérifier au préalable le pH de la provende avant de la transformer en granulés en procédant comme suit:

- Juste avant de transformer en granulés, prendre une petite quantité du mélange des ingrédients et de l'eau ;
- Prendre le papier^a pH, le mettre dans le mélange qui a été fait avec de l'eau et vérifier le pH. S'il n'est pas neutre, ajouter une petite quantité d'acide ou d'alcalin^b au mélange des ingrédients et bien mélanger à nouveau puis vérifier à nouveau le pH ;
- Continuer à vérifier et à ajuster le pH avec précaution jusqu'à ce qu'il devienne neutre. Ne vous dites pas que la provende n'est plus utilisable dans le cas où vous remarquez que le pH est un peu loin d'être neutre du fait d'y avoir ajouté une quantité d'acide ou d'alcalin en excès. Le pH peut être ajusté à volonté par l'addition d'acide ou d'alcalin.

^a Le pH-mètre électronique peut être utilisé mais à condition de suivre les instructions qui y sont marquées.

^b Jus de citron (acide) ou la chaux en poudre (alcalin).

4. Fabrication d'une provende granulée

La transformation de la provende en granulés secs se fait en plusieurs étapes. Les ingrédients en poudre sont pesés à l'aide d'une balance et sont bien mélangés, pendant 5 à 10 minutes, grâce à un mélangeur électrique (souhaitable). Toutefois, le mélange à la main est acceptable. Ensuite, le lipide est ajouté et on le mélange pendant 5 à 10 minutes. Après cela, on ajoute 30 à 40% d'eau du poids total des ingrédients et on mélange encore pendant 5 à 10 minutes. Quand les ingrédients mélangés sont bien compacts, prenez en un peu et pressez dans votre main pour vérifier si cela fait une pâte homogène.

Vous pourrez alors apprécier si la quantité d'eau ajoutée est suffisante (Fig. 5). Si les ingrédients mélangés sont toujours "en poudre", ajoutez un petit volume (environ 5% du poids total des ingrédients) d'eau et mélangez correctement jusqu'à obtenir une pâte compacte qui ne s'effrite pas quand vous la pressez dans votre main. Enfin, les ingrédients ainsi mélangés sont transformés au moyen d'une granuleuse équipée de mortier ou de moteur dont les mailles ont une taille convenable (Fig. 6).



Figure N° 5 : Vérifier que la boule est compacte (ceci suppose que la provende contient suffisamment d'eau).



Figure N°6: Granuleuse motorisée

5. Séchage de la provende granulée

Le séchage de l'aliment granulé est l'une des phases les plus critiques durant le processus de fabrication. Si le séchage dépasse 24 heures, la valeur nutritive de l'aliment granulé diminue à cause des bactéries qui s'y développent. Par ailleurs, quand l'aliment granulé a une teneur en eau égale à 10 %, sa qualité se détériore, de jour en jour, puisqu'il se dénature. Au pire des cas, des moisissures s'y développent pendant la conservation. De tels aliments avariés ne doivent pas être utilisés pour nourrir les poissons mais peuvent servir plutôt de fertilisants agricoles. C'est pour cela que les producteurs d'aliments doivent toujours se rappeler qu'il faut vite sécher l'aliment granulé et bien.

Après avoir transformé l'aliment en granulés, il faut le sécher au soleil et le mettre dans un endroit bien aéré. Il n'est pas recommandé d'utiliser une bâche ou une feuille de tôle pour sécher l'aliment granulé parce que la circulation de l'air à travers ces matières n'est pas possible si bien que la durée de séchage est plus longue. Il est à noter que pendant la

saison pluvieuse, l'aliment granulé, en contact direct avec une feuille de tôle, tend à se gâter plus vite à cause de l'invasion facile des moisissures (Fig. 7).

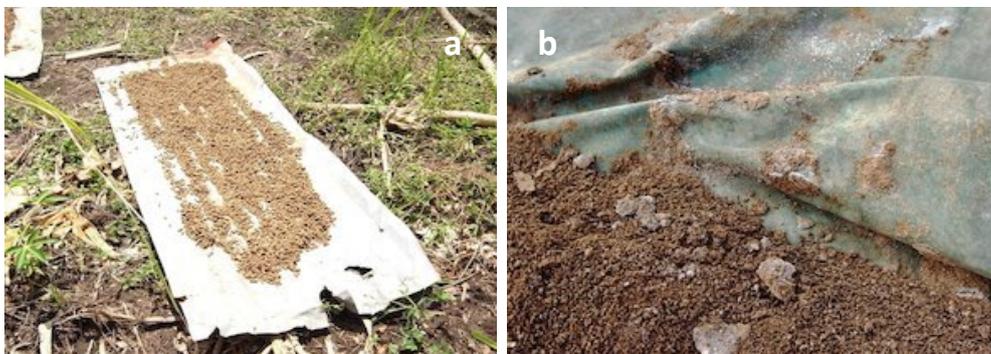


Figure N° 7 : Séchage de l'aliment granulé à l'aide de matériel non adéquat, a: sur une feuille de tôle, b: sur une bâche (granulés avariés)

L'utilisation d'étagères et de table de séchage amovibles rend le processus de séchage plus rapide et améliore la qualité de l'aliment. Le temps de séchage diminue si les étagères et la table de séchage sont placées sur un sol en ciment qui permet d'avoir plus de chaleur et moins d'humidité provenant de la terre.

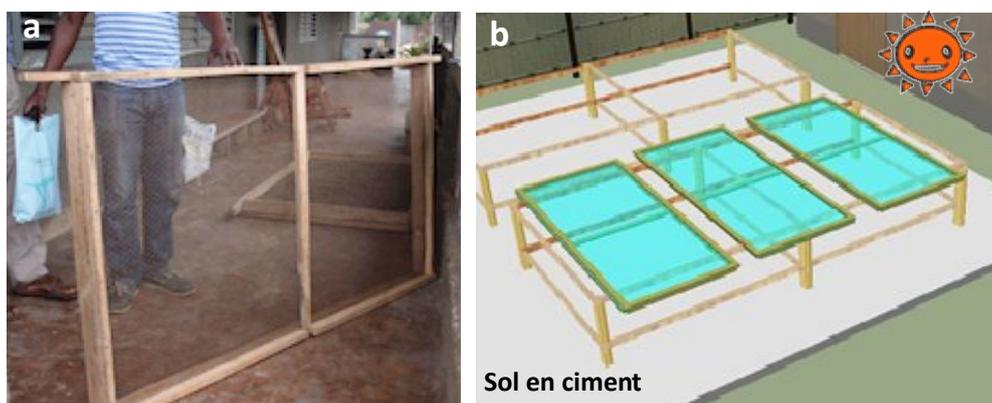


Figure N° 8 : a: Etagères de séchage fabriquées avec du bois, du grillage moustiquaire et du grillage en fer, b: Etagères posées sur la table de séchage pour permettre à l'air de circuler à travers les grillages.

Quand il fait soleil, la table de séchage où sont étalés les granulés doit être sortie à l'air libre ; mais dès que la pluie s'annonce, il faut retourner la table sous un abri ou la recouvrir d'un matériel imperméable pour éviter de mouiller l'aliment.

Le schéma de fabrication de l'étagère de séchage et le dessin de la table de séchage se trouvent à l'annexe 2. Dans le cas où un four est utilisé pour le séchage des aliments, la température ne devrait pas dépasser 60°C afin d'empêcher la perte de certains nutriments.

6. Vérification de la teneur en eau de la provende

La teneur en eau devrait être inférieure à 10% et cela peut être approximativement vérifié par la méthode suivante comme indiqué à la Fig. 9:

1. Presser fortement le granulé avec les doigts ;
2. Si cela ne s'émiette pas, cela veut dire que le séchage a été bien fait ;
3. Et si cela s'émiette, le séchage n'est donc pas suffisant.

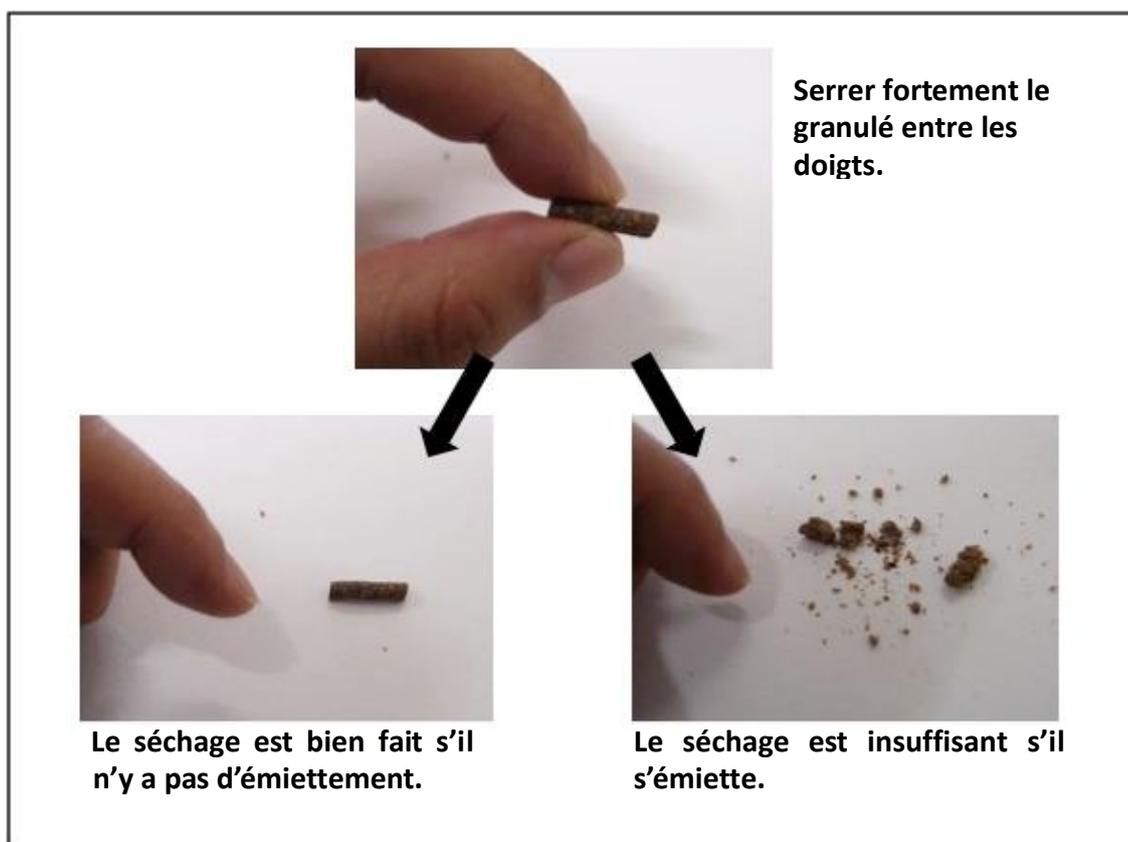


Figure N° 9 : Simple méthode de vérification de la teneur en eau de la provende

7. Conservation de la provende

Après séchage, la provende (granulée) doit être conservée sous abri dans un endroit propre et sec. Ne pas conserver la provende pendant longtemps, pour éviter la contamination par les insectes, les moisissures et d'autres organismes. En cas de contamination, il ne faut plus utiliser la provende.

8. Provende flottante

Il reste beaucoup de déchets de maïs (Fig. 10) après la consommation par l'homme. Le maïs peut être ajouté à la composition de la provende après avoir été broyé, pour retarder la sédimentation, c'est-à-dire le dépôt. Pour qu'il soit vraiment efficace, le maïs doit être correctement séché et bien broyé; puis ajouté en quantités égales à moins de 5% du poids total de la provende.



Figure N° 10 : Déchets de maïs (dans le seau à droite: non broyés, dans le seau à gauche: bien écrasés et moulus)

ANNEXES

1. Composition en acides aminés essentiels des principaux ingrédients

Tableau N° 1 : Composition en acides aminés essentiels (EAA) des principaux ingrédients (% poids sec)

EAA ¹	Farine de poisson	Farine de soja	Tourteaux de coton	Son de riz	Son de maïs
Ile	2,58	2,52	0,51	0,03	0,04
Leu	2,85	3,36	0,88	0,05	0,13
Lys	1,46	2,99	0,71	0,03	0,04
Met	1,97	0,61	0,21	0,02	0,02
Phe	2,05	2,46	0,87	0,03	0,05
Thr	2,16	1,98	0,49	0,03	0,07
Trp	Tr ²	0,68	0,19	0,01	0,09
Val	1,76	2,36	0,72	0,04	0,09
Arg	2,74	3,53	1,77	0,05	0,05
His	1,46	1,22	0,41	0,02	0,03
Total EAA	19,03	21,70	6,75	0,30	0,60

* Les teneurs en AAE de la farine de poisson ont été analysées par HPLC en 2011 à l'Université de Kagoshima. Les teneurs en AAE décrites dans le manuel sur les Ingrédients pour les Provendes d'Aquaculture édité par J. W. Hertrampf et F. Piedad-Pascual (Springer Inc. 2000) sont mises en référence comme teneurs en AAE d'autres ingrédients.

¹Ile: Isoleucine, Leu: Leucine, Lys: Lysine, Met: Méthionine, Phe: Phénylalanine, Thr: Thréonine, Trp: Tryptophane, Val: Valine, Arg: Arginine, His: Histidine.

²Trace

2. Facteurs anti-nutritionnels de la farine de poisson (Sénégal)

L'oxydation produit un groupe d'aldéhydes dérivés du lipide et considérés comme facteurs anti- nutritionnels. Les aldéhydes dérivés du lipide oxydé réagissent à l'acide thiobarbiturique lors de leur analyse, par conséquent, ces substances sont appelées substances réactives au thiobarbiturique (TBARS). Les TBARS sont reconnus comme un indicateur sensible de l'oxydation des lipides et un taux élevé de TBARS affecte négativement l'assimilation des nutriments, la croissance et la santé des poissons de même que le POV (Valeur élevée en peroxyde). Lorsqu'on nourrit les poissons avec un aliment dont la teneur en TBARS est élevée, ces substances réactives s'accumulent dans les muscles et le foie

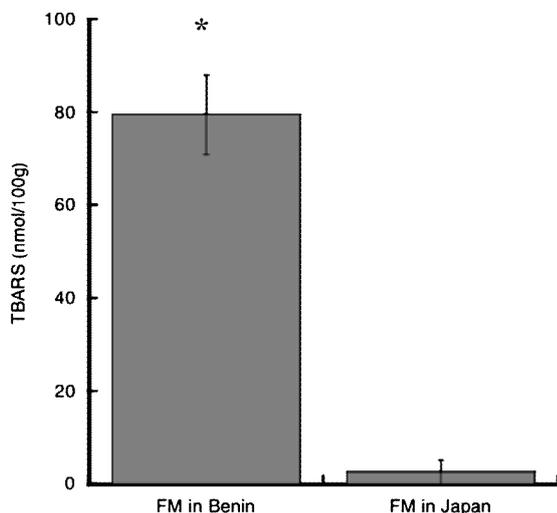


Figure N° 1 : TBARS (Substances réactives au Thiobarbiturique) dans la farine de Poisson (FP) prélevée au Bénin et au Japon. Les Valeurs sont définies comme suit (n=3 analyse répliquée) \pm dérivation standard. * L'astérisque indique la différence considérable ($p < 0.05$) de l'autre détecté par test f- suivi d'un t-test.

proportionnellement à leur teneur dans l'aliment. Elles s'accumulent dans d'autres types de lipides riches dans des endroits comme le cerveau et l'intestin. La Figure 1 nous montre les teneurs en TBARS dans les farines de poisson du Bénin et du Japon déterminées par un dosage immuno-enzymatique (ELISA). La farine de poisson du Bénin est 30 fois plus riche en TBARS que celle du Japon. Ce taux élevé d'aldéhydes pourrait avoir un effet négatif sur la performance de croissance des poissons. Certaines mesures correctives sont fortement recommandées, si la farine de poisson à utiliser dans la composition de l'aliment pour poissons est importée du Sénégal.

3. Schéma d'une étagère et dessin d'une table de séchage

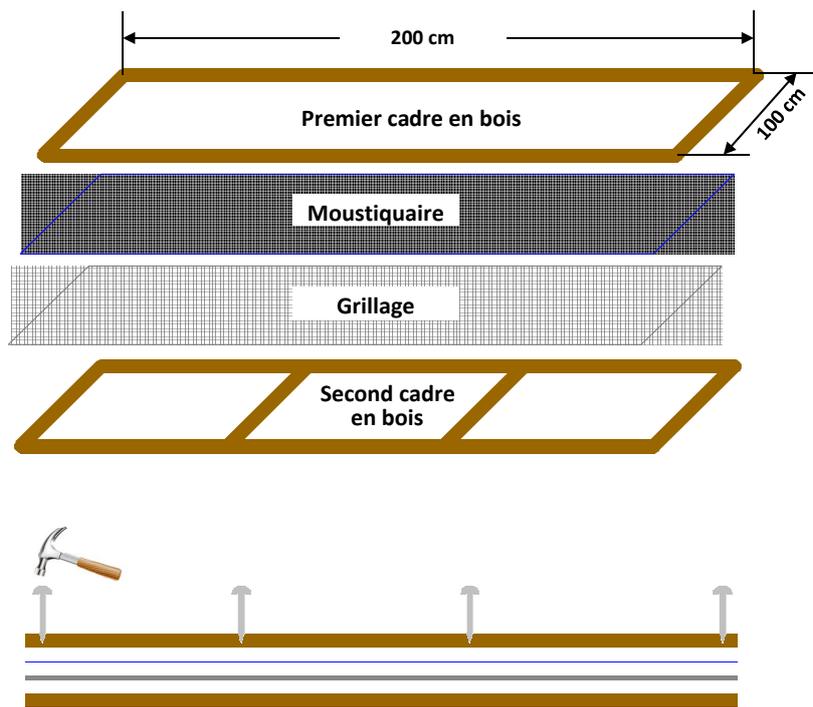


Figure N° 2 : Schéma d'une étagère de séchage.

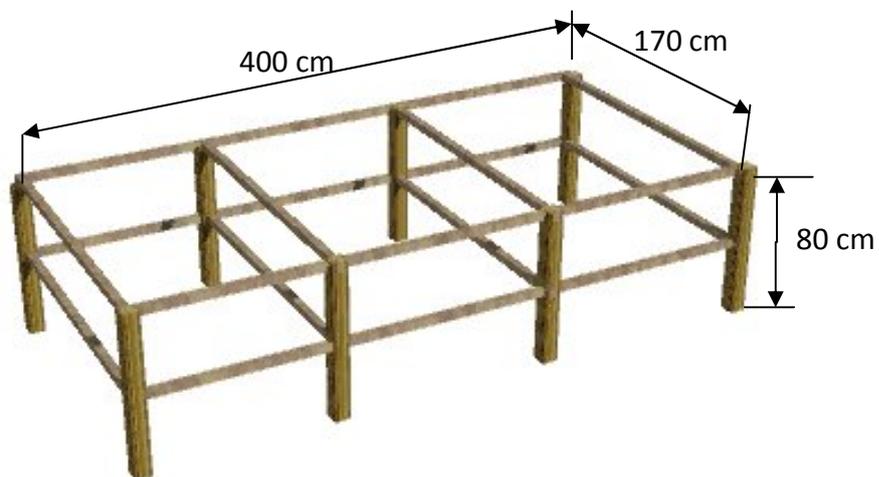


Figure N° 3 : Dessin d'une table de séchage sur laquelle trois étagères peuvent être posées.

4. Utilisation de grenouilles et de têtards en aquaculture et dans la fabrication de la provende

Les grenouilles et les têtards vivent aux alentours des étangs piscicoles au Bénin (Figures 4 et 5) et peuvent être utilisés comme ingrédients dans la préparation de la provende. Le Tableau 2 montre la composition approximative de la grenouille. Elle a une teneur élevée en protéine et plutôt faible en lipide et en glucide ; elle est donc un animal qui représente une bonne source de protéine et qui peut aisément se substituer à la farine de poisson ou être un additif pour augmenter la teneur en protéine de la provende.

Tableau N° 2 : Composition approximative d'une grenouille (% poids sec)*

Espèces	Parties	PB	LB	Glucides
Ouaouaron	Partie comestible, brute	82,1	1,4	1,1

*GOTEI ZOUHO NIHON SHOKUJIN HYOJUN SEIBUNHYO (en japonais, 2005, Ministère de l'Education, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie)

Spécialement pour des raisons d'hygiène, il est conseillé d'enlever les viscères et la peau de la grenouille avant utilisation (Figure 4c). Dans le cas d'une grenouille venimeuse, la tête devra être coupée et jetée car il existe souvent des glandes à venin derrière leurs yeux. Les cuisses doivent être bouillies pour réduire l'humidité interne; ensuite, elles sont mises en poudre, séchées et utilisées comme ingrédients.



**Figure N° 4 : Grenouilles retrouvées autour des étangs piscicoles au Bénin.
a & b: nuisibles, c: toxique**

Les têtards vivants peuvent être donnés au *Clarias* parce qu'ils consomment la provende en poudre donnée au *Tilapia* et ne constituent pas des proies pour ce dernier. Par conséquent, il faut éliminer les têtards qui sont dans les étangs de tilapia afin de nourrir le *Clarias*. Ils peuvent être donnés vivants ou traités.



Figure N° 5 : Têtards collectés dans un étang d'élevage de *tilapia*

* Pour savoir si les grenouilles sont nocives pour les poissons, il suffit de les placer avec un certain nombre de poissons dans un récipient contenant de l'eau et les observer ensuite pendant 1 à 2 heures. Si le comportement des poissons est anormal ou s'ils meurent, on peut alors conclure que la grenouille est toxique.

5. Utilisation d'asticots en aquaculture et dans la fabrication de la provende

Les asticots (larves de mouches) contiennent une forte teneur en protéine et en lipide (Tableau 3). Ils peuvent être de bons ingrédients pour la fabrication de la provende aquacole et peuvent aussi bien remplacer la farine de poisson ou la grenouille. Cependant, il est difficile de séparer les asticots des matières fécales ou des cadavres d'animaux qui constituent leurs habitats. Le système de production des asticots tire son origine de la technologie spatiale russe, qui pour résoudre certains problèmes, l'a introduit. Ce système est constitué d'étagères en bois (Figure 6). Les asticots se développent sur la planche où se trouvent "des matières fécales d'animaux de la ferme". Quand vient le moment de la métamorphose en pupe, ils quittent l'étagère en bois pour tomber dans le récipient placé en bas du système et sont ainsi ramassés. Les asticots sont séparés des matières fécales de façon hygiénique. Ces derniers ébouillantés pendant 2~3 minutes et séchés, peuvent être ensuite utilisés comme sources de protéine et de lipide.

Tableau N°3 : Composition approximative de l'asticot (% du poids à sec)*

	Parties	PB	LB	Glucides
Asticot	Corps entier	54,6	26,8	-

* BBB Corporation (<http://www.bbb-japan.com/300/303.html>)

PB – Protéine brute LB – Lipide brut



Figure N° 6 : Système de production d'asticots au Japon