

Deuxième article : Effet de la farine de lentille d'eau (*Lemna minor*) sur la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Par : A. F. M. d'Almeida, J. E. Akotènou Agossou, M. Ogon et G. A. Mensah

Pages (pp.) 12-24.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Septembre 2020 – Volume 30 - Numéro 03

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



**Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**

**Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)**

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : [sp.inrab@inrab.org](mailto:sp.inrab@inrab.org) / [inrabdg1@yahoo.fr](mailto:inrabdg1@yahoo.fr) / [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)  
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)

République du Bénin

## Sommaire

Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Bulletin d'abonnement	vii
Analyse de l'efficacité du champignon entomopathogène <i>Beauveria bassiana</i> , sur la mortalité des stades larvaires de <i>Clavigralla tomentosicollis</i> Stål, 1855 (Hemiptera : Coreidae) <b>M. Abdourahmane Harouna, I. Baoua, O. K. Douro Kpindou, M. Akpoffo, L. Amadou, B. Datinon et M. Tamó</b>	1
Effet de la farine de lentille d'eau ( <i>Lemna minor</i> ) sur la croissance des alevins de <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) <b>A. F. M. d'Almeida, J. E. Akotènou Agossou, M. Ogbon et G. A. Mensah</b>	12
Diversité faunique au Bénin, statut de conservation et stratégies de préservation de la biodiversité faunique dans les plantations de bois de feu au Sud-Bénin <b>J. Kpetere, A. R. A. Oualiou, S. G. A. Nago, A. K. Natta et G. A. Mensah</b>	25
Analyse de la dépendance mycorrhizienne du maïs ( <i>Zea mays</i> L.) et du soja ( <i>Glycine max</i> L. (Merr.)) sous différentes mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) au Nord-Bénin <b>O. Tammou, K. I. Tchan, E. Y. Toré, T. Chabi Bogo, T. Godau et N. S. Yorou</b>	43
Évaluation de la contamination métallique (Pb, Cd et As) et analyse de risques toxicologiques à Houin Logbo (lac Toho) dans la commune de Lokossa au sud-ouest du Bénin <b>P. M. Hekpazo, A. S. Y. Hounkpatin, V. T. Dougnon, G. Boni, E. Pognon et R. C. Johnson</b>	54
Flores mellifères et potentialités apicoles du département des Collines au centre du Bénin <b>E. B. F. Sèdégan, S. C. B. Pomalégni, H. Dakpogan, S. Salifou, A. B. Gbangboché et G. A. Mensah</b>	65

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

### Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com) – République du Bénin

**Éditeur :** Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

**Comité de Rédaction et de Publication :** -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Setchémè Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

**Conseil Scientifique :** Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Gauthier BIAOU (Economie, Bénin), Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Economie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Sénégal)

**Comité de lecture :** Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

## Indications aux auteurs

### Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

### Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique et/ou en trois (3) exemplaires en version papier par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : E-mail : [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com). Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris e-mail) d'au moins trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin.

Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des lecteurs, spécialistes du domaine. Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses).

### Titre

On doit y retrouver l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum ou 100 caractères et espaces) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Il comporte les mots de l'index *Medicus* pour faciliter la recherche sur le plan mondial. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte. Ils doivent être écrits en minuscules, à part la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues.

### Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1<sup>ère</sup> lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs) sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Prof., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, Tél., e-mail, pays, etc.) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme et à la rédaction de l'article. L'auteur principal est celui qui a assuré la direction de la recherche et le plus en mesure d'assumer la responsabilité de l'article.

### Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est nécessaire. Ce résumé doit être précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est : un compte rendu succinct ; une représentation précise et abrégée ; une vitrine de plusieurs mois de dur labeur ; une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document ; etc. Il doit contenir l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Un bon résumé a besoin d'une bonne structuration. La structure apporte non seulement de la force à un résumé mais aussi de l'élégance. Il faut absolument éviter d'enrober le lecteur dans un amalgame de mots juxtaposés les uns après les autres et sans ordre ni structure logique. Un résumé doit contenir essentiellement : une courte **Introduction (Contexte)**, un **Objectif**,

---

la **Méthodologie** de collecte et d'analyse des données (**Type d'étude, Echantillonnage, Variables et Outils statistiques**), les principaux **Résultats** obtenus en 150 mots (**Résultats importants et nouveaux pour la science**), une courte discussion et une Conclusion (**Implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches**). La sagesse recommande d'être efficacement économe et d'utiliser des mots justes pour dire l'essentiel.

### Mots-clés

Les mots clés suivront chaque résumé et l'auteur retiendra 3 à 5 mots qu'il considère les plus descriptifs de l'article. On doit retrouver le pays (ou la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline et le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

### Texte

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Discussion, Conclusion, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible.

### Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

### Matériel et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

### Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

### Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs.

Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

### Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

### Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion. Il ne faut jamais laisser les résultats orphelins mais il faut les couvrir avec une conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion ne comporte jamais de résultats ou d'interprétations nouvelles. On doit y faire ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats. La conclusion n'est pas l'endroit pour présenter la synthèse des conclusions partielles du texte car c'est une des fonctions du résumé. Il faut retenir que la conclusion n'est pas un résumé de l'article.

### Références bibliographiques

Il existe deux normes internationales régulièrement mise à jour, la :

- **norme Harvard** : -i- West, J.M., Salm, R.V., 2003: Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, 17, 956-967. -ii- Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner, J.B.C. Jackson, 2003: Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, 301 (5635), 955-958.
- **norme Vancouver** : -i- WEST, J.M., SALM, R.V., (2003); Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, vol. 17, pp. 956-967. -ii- PANDOLFI, J.M., et al., (2003); Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, vol. 301 N° 5635, pp. 955-958.

Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées dans la liste des références et inversement. La bibliographie doit être présentée en ordre alphabétique conformément aux deux (2) exemples donnés ci-dessus comme suit : nom et initiales du prénom du 1<sup>er</sup> auteur, puis initiales du prénom et nom des autres auteurs ; année de publication (ajouter les lettres a, b, c, etc., si plusieurs publications sont citées du même auteur dans la même année) ; nom complet du journal ; numéro du volume en chiffre arabe, éditeur, ville, pays, première et dernière page de l'article. Dans le texte, les publications doivent être citées avec le nom de l'auteur et l'année de publication entre parenthèses de la manière suivante : Sinsin (1995) ou Sinsin et Assogbadjo (2002). Pour les références avec plus de deux auteurs, on cite seulement le premier suivi de « *et al.* » (mis pour *et alteri*), bien que dans la bibliographie tous les auteurs doivent être mentionnés : Sinsin *et al.* (2007). Les références d'autres sources que les journaux, par exemple les livres, devront inclure le nom de l'éditeur et le nom de la publication. Somme toute selon les ouvrages ou publications, les références bibliographiques seront présentées dans le BRAB de la manière suivante :

#### Pour les revues :

- Adjanohoun, E., 1962 : Etude phytosociologique des savanes de la base Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio*, 11, 1-38.
- Grönblad, R., G.A. Prowse, A.M. Scott, 1958: Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.*, 58, 1-82.
- Thomasson, K., 1965: Notes on algal vegetation of lake Kariba. *Nova Acta R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. 4, 19(1): 1-31.
- Poche, R.M., 1974a: Notes on the roan antelope (*Hippotragus equinus* (Desmarest)) in West Africa. *J. Applied Ecology*, 11, 963-968.
- Poche, R.M., 1974b: Ecology of the African elephant (*Loxodonta a. africana*) in Niger, West Africa. *Mammalia*, 38, 567-580.

#### Pour les contributions dans les livres :

- Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. In: Carr, N.G., Whitton, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.

Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. In: Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

#### **Pour les livres :**

Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.

Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

#### **Pour les communications :**

Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA, 3243-3247.

Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

#### **Pour les abstracts :**

Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. Plant Cell Physiology abstracts, 1980, 4533.

#### **Thèse ou mémoire :**

Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

#### **Pour les sites web :**

<http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h. - <http://www.cites.org>, consulté le 12/07/2008 à 09 h.

#### **Equations et formules**

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

#### **Unités et conversion**

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

#### **Abréviations**

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

#### **Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales**

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

#### **Tableaux, figures et illustrations**

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées. Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

## Effet de la farine de lentille d'eau (*Lemna minor*) sur la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

A. F. M. d'Almeida<sup>1\*</sup>, J. E. Akotènou Agossou<sup>2</sup>, M. Ogon<sup>2</sup> et G. A. Mensah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dr Arsène Fortuné M. D'ALMEIDA, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [almeida\\_arsene@yahoo.fr](mailto:almeida_arsene@yahoo.fr), Tél. : (+229)95594642/90902016, République du Bénin

<sup>1</sup>Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [mensahga@gmail.com](mailto:mensahga@gmail.com) / [ga\\_mensah@yahoo.com](mailto:ga_mensah@yahoo.com), Tél. : (+229)97490188/95229550, République du Bénin

<sup>2</sup>Technicien supérieur en aquaculture J. E. AKOTÈNOU AGOSSOU, Ecole d'Aquaculture de la Vallée (EAV), Université Nationale d'Agriculture (UNA), BP 43 Kétou, E-mail : [justinoakotenou@gmail.com](mailto:justinoakotenou@gmail.com), Tél. : +229 67 44 40 19, République du Bénin

<sup>2</sup>MPhil. M. OGBON, EAV/UNA, BP 43 Kétou, E-mail : [ogbonnimi@gmail.com](mailto:ogbonnimi@gmail.com), Tél. : +229 97 80 61 19, République du Bénin

\*Auteur de Correspondance : E-mail : [almeida\\_arsene@yahoo.fr](mailto:almeida_arsene@yahoo.fr), Tél. : (+229)95594642/90902016

### Résumé

La pisciculture est en plein développement au Bénin, depuis plus d'une décennie, notamment avec la mise en œuvre de projets dans le cadre de la coopération bénino-japonaise. Une des contraintes enregistrées est le manque d'aliments performants à base de matières premières locales. Ainsi, la source de protéine principale que constitue la farine de poisson est importée et revient chère, avec une qualité peu maîtrisée. Les pisciculteurs sont dans le besoin constant de substituer la farine de poisson par des sous-produits agro-alimentaires locaux. Des alevins de *Oreochromis niloticus* (15-16 g) ont été nourris dans huit viviers avec quatre rations alimentaires dont trois rations tests (R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub>, et R<sub>45</sub>) formulées à base de sous-produits locaux et un ration témoin R<sub>0</sub>. Les trois rations contenant respectivement 15%, 30% et 45% de farine de *Lemna minor* séchée en substitution partielle de la farine de poisson, ont été comparées à la ration témoin. Chaque ration a été répétée une seule fois. Après 56 jours d'alimentation, la ration témoin a donné la meilleure performance de croissance suivie de la ration R<sub>15</sub>. Les taux de croissance journalière, le poids vif corporel moyen et l'indice de consommation alimentaire enregistrés ont été 0,90 g/j/individu, 66,25 g/individu, 1,85 pour R<sub>0</sub> contre 0,72 g/j/individu, 56 g/individu et 1,97 pour R<sub>15</sub>. Le taux de croissance journalière, le gain pondéral et le poids vif corporel moyen final ont diminué significativement ( $p < 0,05$ ) avec l'accroissement dans les rations du taux d'inclusion de la farine de *Lemna minor* séchée.

**Mots clés:** *Oreochromis niloticus*, aliment, *Lemna minor*, consommation, croissance.

### Effect of duckweed (*Lemna minor*) meal on the growth of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) juveniles

#### Abstract

Fish farming is developing in Benin since more than ten years, particularly with the implementation of aquaculture projects as part of benino-japanese cooperation projects. One of the constraints registered is the lack of good quality feeds made with local ingredients. So, the principal protein source that is fish meal is imported and expensive with uncertain quality. Fish farmers need to substitute the fish meal by others local agro-alimentary sub-products. Fingerlings of *Oreochromis niloticus* (15-16 g) have been fed in eight ponds with four diets of which three test diets (R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub>, and R<sub>45</sub>) formulated with local by-products and one diet as control R<sub>0</sub>. The three diets with respectively a rate of 15%, 30% and 45% dried *Lemna minor* flour in partial replacement of the fish flour had been compared with the control diet. Each diet has been replicated once. After 56 days feeding, the control diet induced better growth performance followed by the R<sub>15</sub> diet. The daily growth rates, the average live weight and the consumption feed ratio registered were 0.90 g/day/head, 66.25 g/head and 1.85 (for R<sub>0</sub>) and 0.72 g/day/head, 56 g/head and 1.97 (for R<sub>15</sub>). The daily growth rate, the live weight gain and the final average weight decreased significantly ( $p < 0.05$ ) when the rate of dried *Lemna minor* flour increased in the diets.

**Key words:** *Oreochromis niloticus*, Food, *Lemna minor*, consumption, growth.

#### Introduction

Des millénaires après le passage de la chasse et de la cueillette à l'agriculture, la production alimentaire aquatique est passée d'une exploitation principalement axée sur la capture de poissons sauvages à l'élevage d'un nombre croissant d'espèces (FAO, 2016). Depuis des décennies, la consommation mondiale de poisson et de crustacés s'est accrue, passant de 50 millions de tonnes, en 1980, à 175 millions de tonnes, en 2014 (FAO, 2016). Cette augmentation est due principalement à la croissance de la population mondiale et à la hausse de la consommation de poisson par habitant.



La consommation humaine mondiale de poisson qui était de 18,1 kg/personne en 2009, a atteint 20,1 kg/personne en 2014 (FAO, 2016). Les captures de pêche sont restées stables, depuis 30 ans, autour de 90 millions de tonnes dont 60 à 67 millions de tonnes utilisées pour l'alimentation humaine (FAO, 2014). Ainsi, la hausse de la demande a été couverte par l'élevage dont la production mondiale a connu un essor spectaculaire, passant de 145,9 millions de tonnes en 2009 à 167,2 millions de tonnes en 2014, soit autant que les captures de pêche pour la consommation humaine (FAO, 2016).

La pêche et l'aquaculture fournissent à des centaines de millions de personnes, à travers le monde, des ressources de première importance, aussi bien pour l'alimentation, la nutrition, qu'en termes de revenus ou des moyens d'existence. La consommation mondiale de poisson a atteint le chiffre record de 20 kg par habitant par an, à la faveur de la forte croissance de la production aquacole qui fournit désormais la moitié du poisson destiné à la consommation humaine et d'une légère amélioration de l'état de certains stocks de poissons due à une meilleure gestion des pêches (CIRAD-GRET, 2009). De ce fait, le poisson devient une source importante de protéines.

DSID BENIN (2019), souligne que l'aquaculture au Bénin est une activité très soutenue par les PTF (Partenaires Techniques Financiers), même si au plan économique, sa contribution à l'offre de produits halieutiques demeure limitée. Il est vrai que, théoriquement, l'aquaculture a l'avantage de pouvoir produire du poisson toute l'année sur l'ensemble du territoire. Elle constitue aussi une activité de diversification des sources de revenus pour les producteurs en milieu rural. L'aquaculture est principalement pratiquée sur deux espèces de poisson : le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et le poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*). *Heterobranchus longifilis* est peu adopté par les pisciculteurs. Dans son essor, bien que diverses techniques de développement et de diversification de l'aquaculture virent le jour, cette activité agricole est confrontée à de nombreuses contraintes.

L'une des contraintes majeures qui entravent l'évolution de la pisciculture est la cherté de l'aliment due aux coûts élevés de la farine de poisson, principale source de protéines. Il s'avère donc indispensable de rechercher de nouvelles sources de protéines bon marché et accessibles afin de réduire le coût de production des poissons.

Pour pallier ce problème, il est envisagé dans la présente étude d'incorporer dans l'alimentation des poissons la farine de la lentille d'eau (*Lemna minor*). Cette fougère aquatique appartient à la famille des *Araceae* et à l'ordre des *Alimastales*. Elle peut être cultivée facilement en zone marécageuse ou en étang d'eau douce. L'objectif global de ce travail était de valoriser *Lemna minor* comme source de protéines dans l'alimentation des alevins de tilapia (*Oreochromis niloticus*). De façon spécifique, il s'est agi de :

- élaborer des formules alimentaires contenant *Lemna minor* et efficaces pour le tilapia ;
- évaluer les performances de croissance et la survie des alevins d'*Oreochromis niloticus* nourris avec des aliments à base de *Lemna minor* et de sous-produit agricoles locaux ;
- évaluer le coût de production de l'aliment de tilapia à base *Lemna minor*.

## Matériel et méthodes

### Biologie et systématique de la lentille d'eau (*Lemna minor*)

La lentille d'eau (Figure 1) est une petite plante flottante qui appartient à la famille des *Araceae* et à l'ordre des *Arales*.



Figure 1. Photo de la lentille d'eau (*Lemna minor*)

Tableau 1. Position systématique

Règne	Végétal
Sous- règne	<i>Tracheobionta</i>
Division :	<i>Magnoliophyta</i>
Classe :	<i>Liliopsida</i>
Sous-classe :	<i>Arecidae</i>
Ordre :	<i>Arales</i>
Famille :	<i>Araceae</i>
Genre :	<i>Lemna</i>
Espèce :	<i>Lemna minor</i>

Source : Classification APG III (2009)

### Utilisation de la lentille d'eau (*Lemna minor*)

Les plantes de lentille d'eau sont utilisées pour réduire principalement les charges chimiques des étangs et des eaux d'égout (Willett, 2005 ; Shi *et al.*, 2010 ; Bouanli *et al.*, 2012). Effiong *et al.* (2009) ont indiqué que les plantes de lentille d'eau peuvent être utilisées pour produire de l'éthanol. Plusieurs études ont été conduites pour établir la convenance de cette plante pour nourrir le bétail et les poissons (Men *et al.*, 2001 ; Ngamsaeng *et al.*, 2004 ; Ansal *et al.*, 2010). Cependant, quelques défis sont à relever quant à l'utilisation de la lentille d'eau dans l'alimentation animale. Les espèces de lentilles d'eau telles que *Lemna minor* et *Spirodela polyrhiza* ont des profils alimentaires différents et des facteurs anti-nutritionnels. Ces deux espèces contiennent de grandes quantités d'acide oxalique (Goopy et Murray, 2003). Negesse *et al.* (2009) ont rapporté des taux de 3,2%, 0,2% et 28% respectivement pour le Phytate, le Tanin concentré et les Phénoliques. L'avantage de l'utilisation de la lentille d'eau comme source de protéines végétales pour les poissons est basé sur la teneur élevée en protéines (Tableau 2) et un taux assez faible de fibres la rendant digestible pour les poissons. En outre, elle possède des teneurs élevées en protéines et en carotène (Bui Xuan Men *et al.*, 1995).

La lentille d'eau contient jusqu'à 43% de protéines par poids sec et peut être utilisée sans traitement ultérieur comme un aliment complet pour le poisson (Leng *et al.*, 1995). Comparées à la plupart des autres plantes, les feuilles de lentille d'eau contiennent peu de fibres (5% en matière sèche) et sont peu indigestes pour les animaux monogastriques (Chaturvedi *et al.*, 2003).

Tableau 2. Profil nutritionnel de la lentille d'eau rapporté par plusieurs auteurs

Matières sèches (%)	Protéines brutes (%)	Fibres (%)	Références
3,3	36,0	8,5	Pedraza <i>et al.</i> (1996)
4,5	26,3	15,9	Becerra <i>et al.</i> (1995)
4,7	38,6	19,0	Men <i>et al.</i> (1995)
-	39,4	4,1	Chara <i>et al.</i> (1999)
-	38,1	6,0	Chara <i>et al.</i> (1999)
-	37,7	3,8	Du Thanh Hang <i>et al.</i> (2009)
-	38,8	16,0	Tavares <i>et al.</i> (2008)
-	45,0	14,0	Leng <i>et al.</i> (1995)
-	30,5	9,5	Ansal et Dhawan (2007)
-	20,8	25,0	Kalita <i>et al.</i> (2008)

Source: Mwale et Gwaze (2013)

Dans le tableau 3 a été montrée la variation d'acides aminés de quelques plantes aquatiques et de la lentille d'eau (*Lemna minor*) en particulier. L'utilisation de la lentille d'eau dans l'alimentation du poisson a fait l'objet d'attention en recherche en raison de sa haute valeur nutritive, en particulier de la teneur élevée en protéines et aussi en raison de sa capacité à croître rapidement sur les eaux usées riches en nutriments et à produire de la biomasse riche en protéines (Leng *et al.*, 1995). Plusieurs travaux de recherche ont été menés par différents chercheurs en vue d'obtenir des informations sur l'utilisation des sources de protéines végétales dans l'alimentation du tilapia (*Oreochromis niloticus*). En effet, Mandal *et al.* (2009) avaient montré, dans leur étude réalisée sur l'utilisation de la farine de

feuille de *Ipomea aquatica* dans l'alimentation des poissons (*Labeo rohita*, *Catla catla* et *Cyprinus mrigala*), que l'alimentation des poissons à base de la farine de feuilles d'*Ipomea aquatica* a donné de bons taux de conversion (1,5 à 2,5) avec un gain de poids allant de 18,2 à 33,3 g et un taux de croissance journalière de 0,7 à 1 %. Ils avaient également souligné que *Ipomea aquatica* est une potentielle source d'alimentation pour les poissons et peut maintenir leur croissance jusqu'au niveau optimum.

Tableau 3. Teneurs en acides aminés de quelques espèces de plantes aquatiques

Acide aminés	Espèces de plantes aquatiques			
	<i>Azolla</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Alfalfa</i>
	Taux en pour cent d'acides aminés			
Lysine	6,1	5,9	7,0	6,7
Histidine	2,3	2,7	2,9	2,5
Serine	5,3	5,4	4,8	4,3
Proline	4,7	4,5	5,0	4,8
Glycine	5,8	5,6	5,7	5,3
Valine	7,0	7,1	6,3	6,0
Méthionine	1,2	1,4	1,1	2,3
Leucine	9,4	9,6	9,6	8,9

Source: Dewanji (1993)

Une étude anglaise avait montré un effet positif de la valorisation de la lentille d'eau dans l'alimentation de la carpe (*Cyprinus carpio*). Cette étude de Sashi *et al.* (2003) avait permis de conclure que la farine de lentille d'eau (*Lemna minor*) séchée peut être utilisée comme source de protéine végétale à un taux optimal de 15% dans l'alimentation de la carpe commune, sans pour autant affecter les performances de croissance des poissons.

Solomon *et al.* (2012) avaient montré dans leurs études que l'utilisation de la farine de lentille d'eau (*Lemna minor*) dans l'alimentation des tilapias avait donné un bon taux de conversion de 1,94 à 6,29. Ils avaient également souligné que *Lemna minor* est une potentielle source d'alimentation pour les poissons et peut maintenir leur croissance jusqu'à un niveau optimum à un taux d'incorporation de 5%.

### Biologie de *Oreochromis niloticus*

*Oreochromis niloticus* (Figure 2) appartient au super-ordre des Téléostéens, à l'ordre des Perciformes, au sous-ordre des Percidés et à la famille des Cichlidés (Linnaeus, 1758).



Figure 2. Photo du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*

*Oreochromis niloticus* (Figure 2) se reconnaît à ses rayures verticales sur la nageoire caudale, une coloration grisâtre sur la même nageoire, avec la poitrine et les flancs rosâtres, un corps, de forme variable mais jamais très allongé, plus ou moins comprimé latéralement et recouvert d'écailles

cycloïdes (Teugels *et al.*, 1992). La nageoire dorsale est longue et sa partie antérieure est épineuse (17-18 épines) et la partie postérieure est molle (12-14 rayons). La ligne latérale supérieure compte 21 à 24 écailles, la latérale inférieure compte 14 à 18 écailles. Le dimorphisme sexuel chez cette espèce est très marqué. A l'état adulte, la papille génitale des mâles est protubérante en forme de cône et porte un port urogénital à l'extrémité, tandis que chez les femelles, elle est courte et présente une fente transversale en son milieu : c'est l'oviducte situé entre l'anus et l'orifice urétral. Le mâle se distingue en plus par un liséré noir en bordure des nageoires dorsale et caudale (Arrignon, 1993).

### Élaboration des formules alimentaires

Les feuilles de *Lemna minor* ont été séchées (Figure 3) au soleil pendant 5 jours au cours du mois de juin puis transformées en farine à l'aide d'une granuleuse à moteur diesel (Figure 4).



Figure 3. Photo du séchage au soleil de *Lemna minor*



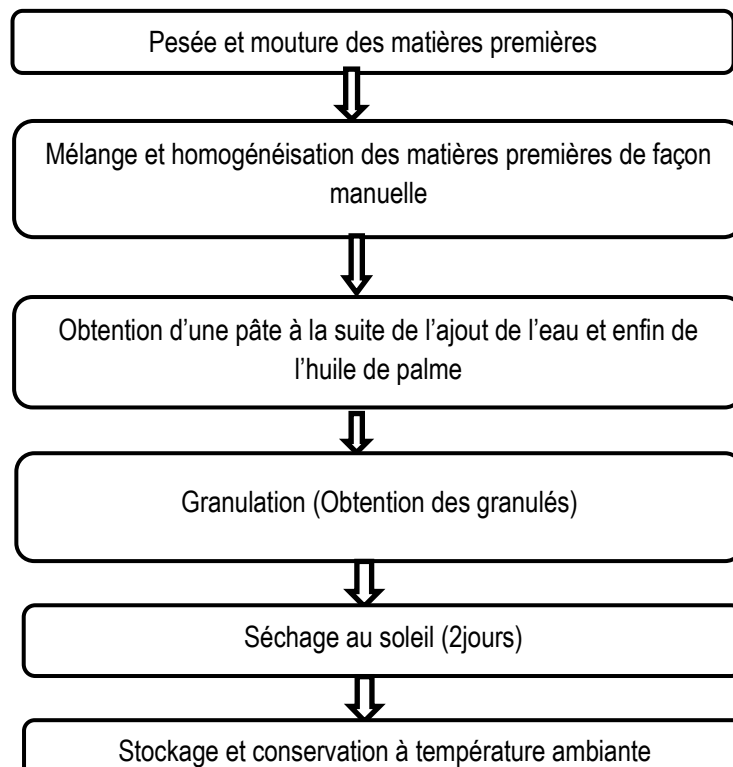
Figure 4. Photo de la granuleuse à moteur diesel

Cette farine séchée a été incorporée en trois proportions 15%, 30% et 45 % dans les rations expérimentales respectives R15, R30 et R45 en substitutions partielles de la farine de poisson (tableau 4). Les rations R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub> et R<sub>45</sub> ont été comparées à la ration témoin (R<sub>0</sub>) ne contenant aucune farine de lentille d'eau. Les rations contenant la farine de lentille d'eau et la ration témoin étaient en duplicat. Le processus de fabrication de la provende a été schématisé sur la Figure 5.

Tableau 4. Composition centésimale des rations des régimes expérimentaux

Matières premières	Rations alimentaires fraîches (%)			
	R <sub>0</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>30</sub>	R <sub>45</sub>
Farine de Poisson	26,5	22,6	18,7	14,8
Tourteau de soja	20	20	20	20
Son de riz	22	22	22	22
Tourteau de coton	30	30	30	30
Farine de feuille de <i>Lemna minor</i>	0	3,9	7,8	11,7
Huile rouge	1	1	1	1
Sel	0,5	0,5	0,5	0,5
Composition chimique calculée				
Protéine % (MS)	40,14	39,37	38,53	37,72
Energie Kcal /kg	2.583,55	2.466,16	2.348,77	2.231,38

R<sub>0</sub> : Ration contenant 0% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>15</sub> : Ration contenant 15% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>30</sub> : Ration contenant 30% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>45</sub> : Ration contenant 45% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; MS : Matière sèche



**Figure 5. Processus de fabrication de la provende granulée**

Les rations alimentaires ont été formulées pour la phase de grossissement. Les autres matières premières entrant dans la formulation des rations alimentaires sont le tourteau de soja, le tourteau de coton, le sel, la farine de poisson, la farine de *L. minor*, le son de riz et l'huile de palme. Les différentes matières premières solides ont été broyées au moulin à maïs. Dans le cadre de l'expérience, une quantité de 5 kg de chaque ration a été préparée. Les matières premières ont été pesées dans un récipient plastique à l'aide d'une balance de marque CAMRY® de portée 50 kg. Les matières premières pesées et moulues ont été mélangées à la main dans un grand récipient en plastique. Ensuite, ¼ litre d'huile rouge et de l'eau ont été successivement ajoutées au mélange homogène pour obtenir une pâte qui a été versée de manière progressive dans une granuleuse de moteur diesel et de maille 3 mm (Figure 4) pour obtenir de la provende granulée. Les granulés obtenus ont été séchés au soleil sur des sacs en plastique pendant deux jours. L'aliment granulé obtenu a été stocké dans des sacs en plastique au magasin.

### **Evaluation de la croissance des alevins de *O. niloticus***

Les travaux se sont déroulés dans le village de Vakon Ahohouessa, sur la ferme agro-piscicole « ASSIKY » située dans le département de l'Ouémé, dans la municipalité d'Akpro-Misséré, dans l'arrondissement de Vakon. 200 alevins de tailles homogènes 15 g à 16 g ont été repartis en huit lots de 25 poissons. Le dispositif expérimental (Figure 6) utilisé dans cette étude est le bloc aléatoire complet avec pour unité expérimentale, le vivier.



**Figure 6. Photo du dispositif expérimental**

Les différents viviers de dimensions 1,5 m x 1,2 m x 1 m ont été installés dans un même étang pour assurer l'homogénéité des conditions physico-chimiques des unités expérimentales. Le dispositif a été installé en deux blocs de quatre viviers. Chaque vivier est affecté au hasard à une ration alimentaire.

Les aliments servis ont été pesés, tous les 14 jours, afin d'ajuster la quantité d'aliment distribuée. Des pêches de contrôle de croissance ont été réalisées tous les quatorze jours également et les poissons de chaque unité ont été pesés à l'aide d'une balance numérique de portée 50 kg, en vue de calculer la ration alimentaire par bassin et évaluer la croissance des poissons. Une fiche de collecte de données lors des pêches de contrôle a été conçue avec le tableur Excel 2010.

Au cours de l'expérience, la température a été mesurée au moyen d'un thermomètre de marque Laguna®. Le pH, les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) ont été mesurés à l'aide de papiers Merck (Figure 7) en bandelettes.

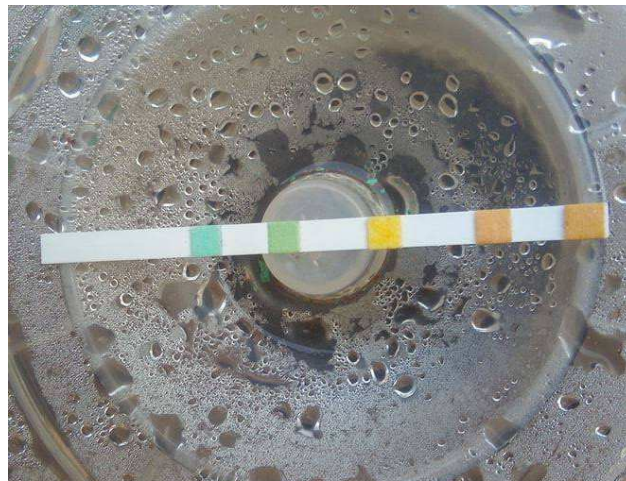


Figure 7. Photo du papier Merck

Pour le relevé des paramètres physico-chimiques, un échantillon d'eau de l'étang est prélevé dans trois flacons de 10 ml. Ensuite, le papier Merck est introduit dans l'eau qui est remuée pendant 15 secondes. En fonction du virage colorimétrique des bandelettes au niveau de la légende, les couleurs obtenues ont été comparées à l'étalon puis interprétées. Les paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, les  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{NO}_2^-$  de l'eau ont été mesurés tous les quatorze jours lors des pêches de contrôle, afin d'apprécier l'effet de la qualité de l'eau d'élevage sur la croissance des poissons.

### Méthode d'évaluation de coût de production

Le prix du kilogramme de la farine de *L. minor* séchée a été obtenu à partir du coût de transport de la lentille d'eau des zones marécageuses de Sémé-Podji au lieu d'expérimentation et du coût de la main d'œuvre utilisée pour le ramassage et le séchage (Tableau 8). Le kilogramme de la farine de *L. minor* séchée coûte 170,45 FCFA. Le prix du kilogramme d'aliment a été déterminé à partir du prix des matières premières disponibles sur le marché local, de la quantité d'aliment utilisée, des frais de transport et de carburant de chaque ration alimentaire (Tableau 9).

Soit  $CP_1$  le coût de production au kilogramme de chaque ration, alors  $CP_1 = (\Sigma \text{Prix des matières premières} + \Sigma \text{Frais de transports et carburant} + \Sigma \text{Frais de la main d'œuvre}) \times (\text{Quantité d'aliment produite})^{-1}$ .

Le coût de production d'un kilogramme de poisson a été déterminé par la formule suivante : Soit  $CP_2$  le coût de production d'un kilogramme de poisson, alors  $CP_2$  (FCFA) = (Coût de production du kilogramme d'aliment)  $\times$  (Indice de conversion alimentaire).

### Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été traitées en vue de calculer les paramètres suivants :

- Taux de survie (Ts) calculé avec la formule suivante :  $Ts (\%) = 100 \times [(\text{Nombre final de poissons}) \times (\text{Nombre initial de poissons})^{-1}]$  ;

- Poids moyen final (Pmf) calculé avec la formule suivante :  $Pmf \text{ (g/individu)} = (\text{Biomasse finale de poissons}) \times (\text{Nombre final de poissons})^{-1}$  ;
- Poids moyen initial (Pmi) calculé avec la formule suivante :  $Pmi \text{ (g/individu)} = (\text{Biomasse initiale}) \times (\text{Nombre initial de poissons})^{-1}$  ;
- Gain de poids moyen (GMP) permettant d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant l'élevage et calculé avec la formule suivante :  $GMP \text{ (g/individu)} = (\text{Poids moyen final de poisson}) - (\text{Poids moyen initial de poisson})$  ;
- Taux de Croissance Journalière (TCJ) ou Gain Moyen Quotidien (GMQ) permettant d'évaluer la croissance pondérale des poissons au quotidien et calculé avec la formule suivante :  $TCJ \text{ (g/j)} = [(\text{Poids moyen final}) - (\text{Poids moyen initial})] \times (\text{durée de l'expérience})^{-1}$  ;
- Indice de Consommation alimentaire (IC) étant la quantité d'aliment utilisée pour produire un kilogramme de poisson et calculé par la formule suivante :  $IC = (\text{Quantité d'aliment distribuée}) \times [(\text{Biomasse finale}) - (\text{Biomasse initiale})]^{-1}$  ;

## Analyse statistique

Le test de normalité Shapiro a été effectué sur les données du poids moyen initial, du poids moyen final, de la biomasse finale, de la biomasse initiale, du gain de poids moyen, du taux de croissance journalier, du taux de survie et de l'indice de consommation des rations alimentaires soumises aux différents groupes de poissons. Lorsque la valeur de probabilité associée au test de normalité est supérieure à 0,05, il a été conclu que la distribution suit une loi normale et cela nous a permis d'utiliser le test paramétrique d'analyse des variances (ANOVA) pour la comparaison des moyennes entre les différentes rations.

Dans les cas où la valeur de probabilité associée au test de normalité était inférieure à 0,05, nous avons utilisé le test non paramétrique Kruskal Wallis pour comparer les moyennes des variables entre les différentes rations. Les analyses, de même que les moyennes et l'écart-type ont été faits avec le logiciel R version 3.6.1 (Core Team, 2017). Le package utilisé est le RAC (R package for AquaCulture).

## Résultats

### Performance de croissance des alevins de *Oreochromis niloticus*

Les taux de survie ont varié de 90% à 100%, durant les essais. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a existé entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport au taux de survie (Tableau 5).

Tableau 5. Paramètres d'évaluation de la croissance du Tilapia

Paramètre d'élevage	Rations alimentaires				
	R <sub>0</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>30</sub>	R <sub>45</sub>	P
Taux de survie (%)	90 ± 14,14	100 ± 0	96 ± 00	96±5,65	0,54
Poids moyen initial (g/individu)	16 ± 1,41	15,50 ± 0,71	15,84 ± 2,04	16 ± 1,41	0,983
Poids moyen final (g/individu)	66,25 ± 8,83	56 ± 2,82	50,52 ± 2,20	41,19 ± 1,69	0,028
Biomasse initiale (g/25)	400 ± 35,35	387,5 ± 17,67	396 ± 50,91	400 ± 35,35	0,983
Biomasse finale (g)	1475 ± 35,36	1400 ± 70,71	1212,5 ± 53,03	987,5 ± 17,67	0,0027
Gain de Poids moyen (g/56 j)	50,25 ± 10,25	40,5 ± 3,53	34,68 ± 0,17	25,39 ± 0,27	0,009
Taux de Croissance journalier (g/j/individu)	0,90 ± 0,18	0,72 ± 0,06	0,61 ± 0,00	0,45 ± 0,00	0,042
IC	1,85 ± 0,04	1,97 ± 0,06	2,48 ± 0,06	2,71 ± 0,08	0,032

R<sub>0</sub> : Ration contenant 0% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>15</sub> : Ration contenant 15% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>30</sub> : Ration contenant 30% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>45</sub> : Ration contenant 45% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; MS : Matière sèche.

Les taux de survie obtenus étaient similaires. Le poids moyen initial des poissons a varié de 15,50 à 16 g au début de l'expérience. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a existé entre les poids

moyens initiaux des poissons. Ils étaient similaires au début de l'expérience. Le poids moyen final des poissons a varié de 41,19 g à 66,25 ± 8,83 g à la fin de l'expérience. Une différence significative ( $p < 0,05$ ) a été observée entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport au poids moyen final des poissons. Le poids moyen final des poissons soumis à la ration témoin R0 (66,25 ± 8,83 g) était plus élevé que dans les autres traitements. Le gain de poids moyen a varié de 25,39 ± 0,27 g à 50,25 ± 10,25 g pour tous les poissons durant les 56 jours de l'expérience. Une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) a été constatée entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport au gain de poids moyen des poissons. Le gain de poids moyen obtenu chez les poissons nourris avec la ration témoin était meilleur (50,25 ± 10,25 g) par rapport à ceux obtenus chez les poissons nourris au régime R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub> et R<sub>45</sub>.

En fonction du taux d'incorporation de *L. minor* dans les rations, le taux de croissance journalier a varié de 0,45 à 0,90 ± 0,18 g/j/ind (Tableau 6).

**Tableau 6. Valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage**

Fréquence de prise	Paramètres physico-chimiques				
	Température (°C)	pH	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Dureté totale
1 <sup>ère</sup> prise	24,5	6,0-6,5	40	1	30
2 <sup>ème</sup> prise	25,7	6,0-6,5	40	1	60
3 <sup>ème</sup> prise	27,5	6,5-8,5	40	1	30

Une différence significative ( $p < 0,05$ ) a existé entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport au taux de croissance journalier des poissons. Le taux de croissance journalier des poissons soumis à la ration témoin R0 (0,90 ± 0,18 g/j/individu) a été plus élevé que pour les autres rations.

La biomasse finale a varié de 987 ± 17,67 g à 1475 ± 35,36 g durant toute la durée de l'expérience. Une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) a été constatée entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport à la biomasse finale des poissons. La biomasse finale obtenue chez les poissons nourris avec la ration témoin a été meilleure par rapport à celles obtenues chez les poissons nourris aux régimes R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub> et R<sub>45</sub>.

L'indice de consommation alimentaire a varié de 1,85 à 2,71 au cours de l'expérience. Une différence significative ( $p < 0,05$ ) a été constatée entre les taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations par rapport à l'indice de consommation des poissons. L'indice de consommation alimentaire obtenu chez les poissons nourris avec la ration témoin R<sub>0</sub> a été meilleur (1,85) par rapport à ceux obtenus chez les poissons nourris aux régimes R<sub>15</sub>, R<sub>30</sub> et R<sub>45</sub>. L'indice de consommation alimentaire était devenu meilleur au fur et à mesure que le taux de farine de *L. minor* séchée diminuait dans la ration alimentaire.

Au cours de l'expérience, la température a varié de 24,5 à 27,5°C. Les valeurs du pH ont varié entre 6,0 à 8,5. La teneur en nitrites a varié entre 10 à 40 mg/L tandis que celle des nitrates est de 1 mg/L tout au long de l'expérience. La dureté totale, quant à elle, a varié de 30 à 60 mg/L (Tableau 6).

### Coût de production des rations alimentaires

Au cours de l'étude, le coût de production du kilogramme de la farine de *L. minor* séché a été de 170,45 FCFA (Tableau 7).

**Tableau 7. Estimation du prix de revient au kilogramme de la farine de *Lemna minor* séchée**

Dépense	Prix unitaire en FCFA	Montant en FCFA
Transport	300	300
Main d'œuvre séchage	300	300
Coût de 3,52 kg de farine de <i>L. minor</i> séchée	----	600
Coût au kilogramme de la farine de <i>L. minor</i> séchée	-	170,45

En fonction du prix des différentes matières premières et de la main d'œuvre utilisés pour préparer les différentes rations expérimentales, le coût de production a varié de 275 à 290 FCFA/kg (Tableau 8). Le coût de production de la ration témoin était plus élevé que ceux des autres rations.



Tableau 8. Estimation du prix de revient de chaque régime alimentaire

Matières premières (kg)	Prix unitaire (FCFA)	Ration alimentaires			
		R <sub>0</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>30</sub>	R <sub>45</sub>
Farine de poisson	300	7.950	6.780	5.610	4.440
Tourteau de soja	390	7.800	7.800	7.800	7.800
Tourteau de coton	200	6.000	6.000	6.000	6.000
Son de riz (kg)	200	4.400	4.400	4.400	4.400
Farine de <i>L. minor</i>	170,45	0	664,75	1.329,51	1.994,26
Huile rouge (litre)	750	750	750	750	750
Sel	200	100	100	100	100
Frais de carburant (FCFA)	---	1.000	1.000	1.000	1.000
Main d'œuvre (FCFA)		1.000	1.000	1.000	1.000
Prix de 100 kg (FCFA)	---	29.000	28.494,75	27.989,51	27.484,26
Prix au kilogramme (FCFA)		290	284,94	279,89	274,84

R<sub>0</sub> : Ration contenant 0% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>15</sub> : Ration contenant 15% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>30</sub> : Ration contenant 30% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>45</sub> : Ration contenant 45% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; MS : Matière sèche.

Le coût alimentaire de production du kilogramme de poisson a été estimé en multipliant le prix du kg d'aliment par l'indice de consommation défini comme le rapport aliment consommé sur gain de poids. Le coût alimentaire d'un kilogramme de poisson a varié de 536,50 FCFA à 744,81 FCFA (Tableau 9). Ce coût de production est plus faible pour les rations R<sub>0</sub> (536,50 FCFA) ne contenant pas la farine de *L. minor* tandis que le plus élevé est obtenu au niveau de la ration R<sub>45</sub> (744,81 FCFA).

Tableau 9. Estimation du coût alimentaire en FCFA par kilogramme du tilapia

Ration	Prix au kg en FCFA	Indice de conversion	Coût de production d'un kg de poisson en FCFA
R <sub>0</sub>	290,00	1,85	290 x 1,85 = 536,5
R <sub>15</sub>	284,94	1,95	284,94 x 1,95 = 555,63
R <sub>30</sub>	279,89	2,48	279,89 x 2,48 = 694,12
R <sub>45</sub>	274,84	2,71	274,84 x 2,71 = 744,81

R<sub>0</sub> : Ration contenant 0% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>15</sub> : Ration contenant 15% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>30</sub> : Ration contenant 30% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; R<sub>45</sub> : Ration contenant 45% de farine de *L. minor* dans la ration alimentaire ; MS : Matière sèche.

## Discussion

### Qualité de l'eau

En général, les paramètres physico-chimiques de l'eau sont restés dans les gammes de valeurs optimales recommandées sauf pour les nitrites. Les valeurs de température (24,5 à 27,5°C) enregistrées au cours de cette expérience sont comparables à celles (14 – 31 °C) rapportées par Amoussou *et al.* (2016). Lazard (2009) a situé l'optimum de température pour la croissance de *O. niloticus* entre 28 et 32 °C alors que Malcolm *et al.* (2000) ont trouvé qu'une température comprise entre 26 et 28°C est optimale pour la croissance et la reproduction des tilapias. Les plus faibles valeurs de température enregistrées au cours de l'expérience s'expliquent par la coïncidence de ladite période avec celle des pluies.

Les variations du pH (6–8,5) se situent bien dans les limites optimales pour la croissance du tilapia *O. niloticus*. En effet, une bonne croissance du tilapia est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 (Pouomogne, 1998). Lacroix (2004), a rapporté que *O. niloticus* peut vivre dans les eaux à pH compris entre 8 et 11.

Dans l'étang, les concentrations de nitrites et de nitrates sont restées constantes tout au long de l'essai. Les concentrations en nitrites (0-1 mg/L) sont pratiquement au-dessus des limites (< 0,1 mg/L) recommandées pour l'aquaculture (Gominan, 1999).

## Performances zootechniques et économiques

Chez les tilapias, l'activité de nourrissage et la prise alimentaire sont fortement influencées par les facteurs environnementaux tels que l'oxygène dissous, la température, la luminosité et la disponibilité d'aliments (Amoussou *et al.*, 2016). L'alimentation de *Oreochromis niloticus* en milieu naturel est essentiellement constituée de phytoplancton (Ouattara *et al.*, 2009). L'espèce peut aussi ingérer des sédiments riches en bactéries et diatomées surtout au stade d'alevin (0 à 5 g) indique Lacroix (2004). En élevage, cette espèce accepte facilement des aliments composés (Lazard, 2009). Son acidité gastrique particulièrement forte lui permet d'être parmi les rares espèces à pouvoir digérer les cyanophycées (Iga-Iga, 2008). Cette capacité d'adaptation à divers aliments est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture. L'intensification de la culture du poisson a conduit à la dépendance des aliments artificiels.

La protéine est le composant le plus cher de la nourriture de poisson et aussi le facteur le plus important pour induire l'augmentation de la performance du poisson. Réduire les coûts de l'alimentation pourrait être un facteur clé pour le développement prospère de l'aquaculture. Par conséquent, les nutritionnistes du poisson font la plus grande attention pour réduire le coût de l'alimentation artificielle en introduisant des sources alternatives de protéine. Ce résultat est semblable au rapport de nombre d'auteurs qui ont démontré l'usage de plusieurs espèces de lentille d'eau comme substituts partiel pour la farine de poisson dans l'alimentation des poissons et autres animaux. Faskin *et al.* (2001) ont rapporté l'usage de lentille d'eau *Spirodella polyrrhiza* dans l'alimentation du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*).

La composition de *L. minor* utilisé dans cette étude n'ont pas été analysés. Toutefois, Gijzen *et al.* (1997) ont rapporté que le contenu de la lentille d'eau est, en général, de 30 à 40% de protéines brutes et 5 à 15% de fibres brutes lorsqu'elle est cultivée dans un milieu riche. Leng *et al.* (1995) ont rapporté un taux de protéines brutes de 45% et un taux de fibres allant jusqu'à 14%.

La substitution partielle de la farine de poisson par la farine de *L. minor* séchée n'est pas efficace pour améliorer les performances de croissance chez les poissons à cause des diminutions des valeurs des paramètres observées au cours de la présente étude. Lorsque le taux d'incorporation de la farine de *L. minor* augmente, le taux de croissance journalier, le gain de poids moyen et le coût de production des rations diminuent progressivement chez *O. niloticus* comme l'ont observé Solomon *et al.* (2012). Cette diminution serait probablement due au fait que la farine de *L. minor* séchée ne contient pas les mêmes taux de protéines et les mêmes quantités d'acides aminés que ceux contenus dans la farine de poisson.

L'expérimentation réalisée dans ce sens sur l'espèce *Cyprinus carpio* a révélé une diminution progressive des performances de croissance lorsque le taux d'incorporation de la farine de *L. minor* augmente (Sashi *et al.*, 2013). Ces auteurs ont recommandé aux pisciculteurs d'utiliser dans la ration alimentaire, la farine de *L. minor* séchée à un taux d'incorporation de 15%.

Les résultats de nos travaux montrent que les poissons semblent tolérer 15% de taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée. Ce taux induit un indice de consommation et un taux de croissance journalier proches de celui du témoin.

Les résultats économiques de cette étude montrent qu'avec l'augmentation du taux d'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations alimentaires, le coût de production du kilogramme de rations diminue progressivement. Nous déduisons ainsi que l'incorporation de la farine de *L. minor* séchée dans les rations alimentaires induit la baisse des coûts de production au kilogramme des rations alimentaires. Cette baisse serait due au faible coût de production de la farine de *L. minor* séchée, contrairement à celui de la farine de poisson qui revient plus cher.

## Conclusion

Des résultats intéressants sont obtenus et peuvent constituer un important apport pour le développement de la pisciculture au Bénin. Les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau montrent qu'en dehors du pH qui augmente à la fin de l'expérience pour atteindre 8,5 et de la forte concentration en nitrates observée, les conditions sont, en général, favorables. Lorsque le taux d'incorporation de la farine de *L. minor* augmente dans les rations alimentaires, le taux de croissance journalier, le gain de poids et le coût de l'aliment diminuent. Par contre, lorsque le taux de la farine de

*L. minor* augmente dans les rations alimentaires, l'indice de consommation alimentaire augmente considérablement. Ainsi, les pisciculteurs peuvent utiliser jusqu'à 15% de farine de *L. minor* séchée dans les rations alimentaires, en cas de non-disponibilité de la farine de poisson. Toutefois, les travaux doivent se poursuivre en prenant en compte l'analyse de la composition chimique de la farine de *L. minor* séchée.

## Références bibliographiques

Aoussou, T. O., Toguyeni A., 2016 : "Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852)." International Journal of Biological and chemical science **10** (4): 1869-1887.

Ahoyo S., 1997 : Etude de l'effet du taux de nourrissage et ou de la fertilisation sur les performances de croissance du Tilapia *Oreochromis niloticus* en étangs non vidangeable à Loto-Denou (Allada-Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB. 126 p.+annexes.

Ansal M. D, A. Dhawan, V.I. Kaur, 2010: Duckweed based bioremediation of village ponds: An ecologically and economically viable integrated approach for rural development through aquaculture. Livest. Res. Rural Dev. 22, Article # 129. Retrieved Feb 3, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd22/7/ansa22129.htm>.

Arrignon J., 1993 : Pisciculture en eau douce : le Tilapia, (ed) Moissonneux et Larose. Paris. 125 p.

APG III, 2009: An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of the Linnaeus Society, 161: 105-121.

Bouali M, I. Zrafi, F. Mouna, A. Bakhrouf, 2012 : Pilot study of constructed wetlands for tertiary waste water treatment using duckweed and immobilized microalgae. Afr. J. Microbiol. Res. 6(31):6066-6074.

Chaturvedi, K. M. M., D. S. Langote, R. S. Asolekar, 2003: Duckweedfed fisheries for treatment of low strength community wastewater. WWWTW Newsletter Asian Institute Of Technology, India.

CIRAD-GRET, 2009 : Mémento de l'agronome. Ed. Quae, 1691 p.

Dewanji A., 1993: Amino acid composition of leaf protein extracted from some aquatic weeds. *J. Agric. Food Chem.* 41:1232-1236.

DSID BENIN, 2019 : Etude de faisabilité du projet de développement durable de la pisciculture continentale en République du Bénin. Cotonou. 186 p. + annexes.

Effiong, B. N., Sanni A., 2009: Effect of Duckweed on the rate of mold infestation on stored pelleted fish feed. Rep. Pion. 1(2):26-31.

FAO, 2012: La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2012. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome, 261 p.

FAO, 2014: The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and Challenges. FAO: Rome. 243 p.

FAO, 2016: La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2006. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 p.

Fasakin, E. A.; A. M. Balogun, O. A. Fagbenro, 2001 : Evaluation of sundried water fern *Azolla africana* and duckweed, *Spirodella polyrrhiza*, in practical diets for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerlings. Journal of Applied Aquaculture. Vol. II (4): 83-92.

Fitzsimmons, K., 1997: Introduction to tilapia nutrition. In: Tilapia Aquaculture. Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture Ithaca, New York, USA: Northeast Regional Agriculture Engineering Service Publication (pp. 9-12).

Gaigher I. G., D. Porath, G. Granoth, 1984: Évaluation de la lentille d'eau (*Lemna gibba*) comme alimentation pour le tilapia (*Oreochromis niloticus* cross *Oreochromis aureus*) dans une unité de recirculation. *Aquaculture*.41: 235-244.

Gijzen, H. J., Khondker, M., 1997 : Un aperçu de la théologie, de physiologie de la culture et des applications de l'amande de chou. Rapport initial Annexe 1. Révision de la littérature. Duckweed Research Project (DWRP), Dhala, Bangladesh, 53 p.

Gominan, O. S. A., 1999 : Contribution à l'étude de l'écologie et de la biologie des espèces de poisson du genre *Clarias* (*Clariidae*) dans la vallée de l'Ouémé: Habitat, Alimentation, croissance et reproduction. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, 110 p.

Goopy, JP, Murray, P. J., 2003: A review on the role of duckweed in nutrient reclamation and as a source of animal feed. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16 : 297-305.

Iga-Iga, R., 2008 : Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : Cas du Gabon. Mémoire de Master, Institut de Recherches Agronomiques et Forestières, Libreville, 47 p.

Kaushik, S., J. H., 1996 : Etude comparative de l'utilisation digestive chez la carpe et le poisson chat. Colloque annuel, 28 novembre, Ardon, 25-32 p.

- Kestemont, P., J.-C. Micha, U. Falter, 1989 : Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. ADCP/ REP / 89/ 49, PNUD-FAO, Rome 132 p.
- Lacroix, E., 2004 : *Pisciculture en Zone Tropicale*. GTZ & GFA Terra Systems: Hamburg. 231 p.
- Lazard, J., 2009 : La pisciculture des tilapias. *Cahiers Agricultures*, 18 (2-3): 393–401. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=21713651>.
- Leng R. A., J. H. Stambolie, R. Bell, 1995: Duckweed - a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development. Volume 7, Article # 5*. Retrieved June 8, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd7/1/3.htm>
- Malcolm C., H. Beveridge, B. J. McAndrew, 2000: Tilapias: biologie and exploitation. *Institute of aquaculture. University of Stirling, Scotland. Kluwer Academic Publishers*: 185 p.
- Mondal A., B Hazra, R. Sarkar, S. Biswas, 2009: *Hemidesmus indicus*, an age-old plant: study of its in vitro. *Pharmacologyonline* 1: 604-617.
- Mashai N., F. Rajabipour, M. Mohammadi, H. Sarsangi, A. Bitaraf, H. Hossein-Zadeh, M. Sharif-Rohani, 2016: Reproduction of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* in Brackish Water. *Journal of Applied Aquaculture*, 28 (1): 1–8. DOI:10.1080/10454438.2015.1104943
- Mélard, C., 1999 : Choix des Sites, Qualité de l'Eau et Systèmes d'Elevage en Aquaculture. CEFRA. Université de Liège, Station d'Aquaculture de Tihange, 80 p.
- Men, B. X., B. Ogle, J. E. Lindberg, 2001: Use of Duckweed as a Protein Supplement for Growing Ducks. *Anim. Sci.* 14 (12): 1741-1746.
- Mwale, M., Gwaze, F. S., 2013: Characteristics of duckweed and its potential as feed source for chickens reared for meat production: A review. *Scientific Research and Essays* 8 (18): 689-697.
- Negesse, T., H. P. S. Makkar, K. Becker, 2009: Nutritive value of some non conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an *in vitro* gas method. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154 (3-4): 204-217.
- Ngamsaeng A, S. Thy, T. R. Preston; 2004: Duckweed (*Lemna minor*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*) as protein supplements for ducks fed broken rice as the basal diet. *Livest. Res. Rural Dev.* 16: Article # 16. Retrieved February 3, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd16/3/amo16016.htm>.
- Ouattara, N'G., 2009 : Adaptation écophysiological des branchies à l'hyper salinité chez le tilapia *Sarotherodon melanotheron*. PhD thesis, Université Montpellier 2, Montpellier, 165 p.
- Ouattara N. I., A. Iftime, L. E. Mester, 2009 : Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces) : *Oreochromis niloticus*, (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). *Travaux du Museum National d'histoire naturelle « Grigore Antipa »*, LII : 313-324.
- Poumogne, V., 1998 : Pisciculture en Milieu Tropical Africain. Comment Produire du Poisson à Coût Modéré. *Presse Universitaire d'Afrique*: Yaoundé; 263 p.
- Sashi, M. B., Patra, A. K., 2013: Effect of partial replacement of Fishmeal with Duckweed (*Lemna minor*) Feed On the Growth Performance of *Cyprinus carpio* Fry. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 4 (2): 34-37.
- Shi, W., L. Wang, D. P. Rousseau, P. N. Lens, 2010 : Removal of estrone 17 alpha-ethinylestradiol, and 17 beta\_estradiol in algae and duckweed-base wastewater treatment systems. *Environ. Sci. Pollution. Très. Int.* 17(4): 824-333.
- Solomon, S. G., Okomoda, V. T., 2012: Growth Performance of *Oreochromis niloticus* Fed Duckweed (*Lemna Minor*) Based Diets In Outdoor Hapas. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture* 2 (4): 61-65.
- Teugels, G. G., Thys Van Den Audenaer, D. F. E., 1992: Cichlidae. pp. 714-779. In : Faune des poissons d'eau douce et saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. LEVEQUE C., PAUGY D. & TEUGELS G.G. Edition de l'ORSTOM, Tome 2 : 389-902.
- Toguyeni A., B. Fauconneau, C. Melard, A. Fostier, J. Lazard, E. Baras, E. Kuhn, S. Van der Geyten, J-F. Baroiller, 2009 : Sexual dimorphism in two pure Cichlid species, *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Sarotherodon melanotheron melanotheron* Rüppel1852, and their inter generic hybrids. *African Journal of Aquatic Science* 34 (1): 69–75. DOI:10.2989/AJAS.2009.34.1.7.732.
- Willett, D., 2005: Duckweed-base wastewater treatment systems: Design aspect and integrated reuse options for Queensland conditions. Queensland Department Of Primary industries and Fisheries. DPI& F. Publication's Brisbane, p. 4.