

Deuxième article : Efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au Sud-Bénin

Par : C. F. J. Dassoundo-Assogba, A. J. Yabi et E. B. Ogouniyi Adimi

Pages (pp.) 09-21.

**Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro Spécial  
Interdisciplinaire - Septembre 2019**

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



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

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)

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

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

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
Effet de la digestibilité des substances nutritives de <i>okara</i> et du tourteau de coton des ovins Djallonké au centre du Bénin <b>A. R. Adéossi, A. H. Soule, J. A. Djènantin, M. Houinato, S. Babatounde et G. A. Mensah</b>	1
Efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au Sud-Bénin <b>C. F. J. Dassoundo-Assogba, A. J. Yabi et E. B. Ogouniyi Adimi</b>	9
Évolutions des systèmes d'élevage bovin au nord-ouest du Bénin <b>A. Sounon Kon'De L. S., P. Lesse, A. Ickowicz, S. Messad, M. Houinato et G. A. Mensah</b>	22
Comportement alimentaire des ruminants en Afrique tropicale et valorisation des drêches : Synthèse bibliographique <b>G. X. Gbenou, A. H. Soule, Y. Akpo, A. J. Djenontin, S. Babatounde, H. Sidi, B. O. Kperou Gado et G. A. Mensah</b>	30
Effet des variantes technologiques de production de <i>yanyanku</i> et du contenant de fermentation des graines de néré sur la qualité du <i>sonru</i> <b>P. B. Agbobatinkpo, J. Mouele-Balimbi, L. Adinsi, P. Azokpota et D. J. Hounhouigan</b>	48
Contraintes et difficultés de l'élevage de porcs dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Est-Bénin <b>M. Dahouda, B. Gbenou, S. Adjolohoun, P. Kiki, S. Séibou Toléba et I. Youssao Abdou Karim</b>	61

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 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 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 deux (02) numéros par an mais 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.

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

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

**Comité de Rédaction et de Publication :**

**Directeur de rédaction et de publication :** Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Directeur de Recherche (CAMES)

**Secrétaires de rédaction, de publication et de mise en ligne :** Dr Ir. KPERA-MAMA SIKA Gnanki Nathalie, Chargé de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Sètchéchè Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche

**Membres :** Dr Ir. Adolphe ADJANOHOON, Directeur de Recherche (CAMES), Dr DMV Olorounto Delphin KOUNDANDE, Directeur de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche (CAMES)

**Conseil Scientifique :** Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakaï 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. KOUNDANDE (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 ADJANOHOON (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 deux (2) numéros par an mais 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 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 et format 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 **brèves** (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, B P, 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, Échantillonnage, 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 :**

Adjanooun, E., 1962 : Étude 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., Whithon, 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.

**Équations 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). Éviter 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 et toutes les lignes rendues visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures et photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. Concernant 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 non 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.

**Bulletin d'abonnement N°** .....

**Nom** : .....

**Prénoms** : .....

**Organisme** : .....

.....

**Adresse** : .....

.....

**Ville** : ..... **Pays** : .....

désire souscrire.....abonnement(s) au Bulletin de la Recherche Agronomique de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

**Date** : ..... **Signature** : .....

**Paiement par (cocher la case) :**

**Chèque à l'ordre du CRA-Agonkanmey/INRAB**

**Virement à effectuer au compte bancaire du CRA-Agonkanmey/INRAB établi comme suit :**

<b>Nom :</b>	CRA-AGONKANMEY/INRAB – 01 BP 884 RP – Cotonou - Bénin			
<b>N° de compte bancaire :</b>	<b>Code bancaire</b>	<b>Position du code</b>	<b>Compte N°</b>	<b>RIB</b>
	0062	01018	011720001108	66
<b>Banque de paiement</b>	ECOBANK - Agence Etoile - 01 BP 1280 Recette Principale – COTONOU - Bénin			
<b>Swift code</b>	ECOC BJ BJ			

**Retourner ce bulletin accompagné de votre règlement à :**

**CRA-Agonkanmey/INRAB**  
**01 B.P. 884 Recette Principale**  
**COTONOU 01 (République du Bénin)**  
**E-mail : [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)**

**Tarifs pour un abonnement annuel donnant droit à deux (2) numéros du BRAB entier en versionpdf par voie électronique :**

<b>Bénin :</b>	<b>Individu :</b>	<b>4.000 F CFA (# 6 euros)</b>
	<b>Institution :</b>	<b>15.000 F CFA (# 23 euros)</b>
<b>Hors du Bénin :</b>	<b>Individu :</b>	<b>30.000 F CFA (# 46 euros)</b>
	<b>Institution :</b>	<b>50.000 F CFA (# 77 euros)</b>
<b>Abonnement de soutien :</b>		<b>70.000 F CFA (# 107 euros)</b>

## **Efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au Sud-Bénin**

**C. F. J. Dassoundo-Assogba<sup>4</sup>, A. J. Yabi<sup>4</sup> et E. B. Ogouniyi Adimi<sup>4</sup>**

### **Résumé**

Face à la demande sans cesse croissante en produit halieutique, la pisciculture constitue une alternative crédible. Malheureusement, l'activité piscicole est peu organisée et ne produit pas le résultat escompté du fait du faible niveau d'efficacité des exploitations piscicoles. L'objectif de cette recherche est d'évaluer l'efficacité économique de la production piscicole et les facteurs responsables. Pour cela, 300 pisciculteurs choisis de façon aléatoire ont été enquêtés dans quatre communes de la vallée de l'Ouémé. Il s'agit des communes de Ouinhi, de Bonou, d'Adjohoun et de Dangbo. Les fonctions de production et coût Cobb-Douglas ont été estimées et les indices d'efficacité technique, allocative et économique ont été calculés. La régression Tobit a été utilisée pour identifier les facteurs qui expliquent l'efficacité économique de la production piscicole. Les résultats ont montré que globalement les pisciculteurs sont efficaces économiquement (0,31). En outre, la fonction de production a révélé qu'une augmentation de la quantité d'aliment et celle de la main-d'œuvre totale entraîne une augmentation de la production piscicole alors qu'une augmentation notamment du prix de l'aliment provoque une augmentation du coût total de production. La régression Tobit réalisée a montré que les pisciculteurs les plus instruits sont les plus efficaces économiquement. Les pisciculteurs qui disposent à la fois du Clarias et du tilapia dans les étangs non vidangeables et ceux produisant du tilapia dans les étangs vidangeables présentent une faible efficacité économique. Par contre, les pisciculteurs ayant une meilleure efficacité utilisent l'aliment sous-produits et l'aliment importé. Des choix de systèmes piscicoles s'imposent aux pisciculteurs leur permettant une meilleure allocation des quantités et des prix d'inputs pour espérer un niveau d'efficacité acceptable.

**Mots clés** : Poissons, efficacité économique, systèmes piscicoles, vallée de l'Ouémé.

### **Economic efficiency of fish production in the Ouémé valley in Southern Benin**

#### **Abstract**

Faced with the increasing demand for fish products, fish farming is a credible alternative. Unfortunately, fish farming is poorly organized and does not produce the expected result because of the reliable level of efficiency of fish farms. The objective of the research is to evaluate the economic efficiency of fish production and to identify the factors that explain this effectiveness. On this purpose, 300 fish farmers randomly selected were surveyed in four communes of the valley of the Ouémé. These are the communes of Ouinhi, Bonou, Adjohoun and Dangbo. Cobb-Douglas production and cost functions were estimated and the indices of technical, allocative and economic efficiency were calculated. The Tobit regression was used to identify the factors that explain the economic efficiency of fish production. The results showed that, overall, fish farmers were economically efficient (0.31). In addition, the production function has shown that an increase in the quantity of feed and in the amount of total labour leads to an increase in fish production, whereas an increase in the price of the feed in particular leads to an increase in fish production. Increase in the total cost of production. The realized Tobit regression showed that the most educated fish farmers were the most economically efficient. Similarly, fish farmers who produce both Clarias and tilapia at non-drainable ponds and fish farmers who produce tilapia in drainable ponds were less efficient while fish farmers who used the feed by-products and the imported food were more effective. These results suggest to make judicious choices of raising of fish systems which can allow a better allocation of the quantities and the prices of inputs to hope for an acceptable level of efficiency.

---

<sup>4</sup>Ir. Cadoké Florent Jonas DASSOUNDO-ASSOGBA, Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123, E-mail : [dajprince@gmail.com](mailto:dajprince@gmail.com), Tél. : (+229)97412375, République du Bénin

Prof. Dr Ir. Afouda Jacob YABI, LARDES/FA/UP, BP: 123 Parakou, E-mail : [jacob.yabi@fa-up.bj](mailto:jacob.yabi@fa-up.bj), Tél. : (+229)97320856/65455441, République du Bénin

Dr. Esther Bossédé OGOUNIYI ADIMI, LARDES/FA/UP, BP: 123 Parakou, E-mail : [adimag2000@yahoo.fr](mailto:adimag2000@yahoo.fr), Tél. : (+229)95058866, République du Bénin

**Key words:** Fish, economic efficiency, fish farming systems, Ouémé valley.

## **INTRODUCTION**

La production halieutique mondiale ne suit pas la demande croissante de la population (FAO, 2016). Au Bénin, selon les statistiques de la direction des pêches, la production halieutique interne est passée de 29 900,3 tonnes en 1997 à 19432,8 tonnes en 2015 (Direction des Pêches, 2016). La production halieutique du Bénin ne couvre que 37% de la demande en poisson du pays (Direction des Pêches, 2016). Le Bénin fait recours à l'exportation pour tenter de combler le déficit sans pour autant y arriver. L'exportation en produit halieutique du Bénin est passée de 20 000 tonnes en 2000 à 153 328 tonnes en 2016 (INSAE, 2016).

La production piscicole constitue alors une alternative crédible mais elle reste encore faible. En effet, le Bénin avec une production annuelle de 1500 tonnes en 2014 (FAO, 2014), fait partie des pays de l'Afrique subsaharienne à faible production aquacole (Yao *et al.*, 2016). Malgré les efforts des acteurs, cette activité reste encore marginale alors que le pays dispose d'importants plans ou masses d'eau constituant un important potentiel de développement de l'aquaculture. En effet, plusieurs facteurs sont attribués à cette lente croissance de la pisciculture. Il s'agit entre autres des aliments de qualité médiocre et de l'utilisation de technologies archaïques dans le système de production. Ces contraintes entraînent la mortalité des poissons et une faible croissance des poissons, ce qui a un impact négatif sur les rendements et les coûts de production (Kpenavoun *et al.* 2017 ; Phiri *et al.* 2018). De même, la production piscicole dans les systèmes traditionnels entraîne une inefficacité technique ayant une grande incidence sur la productivité des exploitations piscicoles (Phiri *et al.*, 2018).

L'augmentation du nombre de pisciculteur ne garantit donc pas une évolution de l'offre de poisson. C'est pourquoi, il devient important que les exploitations puissent exploiter au maximum leur potentiel de production. Les études au Bénin sur la pisciculture ont abordé très peu les questions relatives à l'efficacité de la production piscicole (Sikirou, 2012 ; Kpenavoun *et al.*, 2017 ; Noumonvi, 2018). La pertinence de cette recherche vient du fait que les décideurs et acteurs vont comprendre comment une exploitation piscicole peut être techniquement et économiquement efficace. Il est important de savoir les facteurs sur lesquels il faut agir pour une amélioration progressive du niveau d'efficacité des systèmes de piscicultures pratiqués.

## **ZONE DE RECHERCHE**

Cette recherche a été menée dans quatre communes au sud du Bénin située entre 9° et 12° latitude nord et 2° et 4° longitude est (Figure 1). Le principal critère de choix de ces communes est la disponibilité en permanence de l'eau tout au long de l'année. Ainsi, les communes de Dangbo, d'Adjohoun, de Bonou et de Ouinhi ont été choisies. Ces communes sont traversées par le fleuve Ouémé qui offre un cadre propice pour le développement d'activités agro-piscicoles menées par les populations. Ce fleuve appartient au plus grand bassin fluvial du Bénin (Laleye, 2014). Son cours principal a une longueur de 510 km environ. Il prend sa source dans les monts Tanéka Koko et reçoit deux affluents principaux, l'Okpara (200 km) et le Zou (150 km). Sur la figure 1 a été localisée et présentée la zone de recherche.

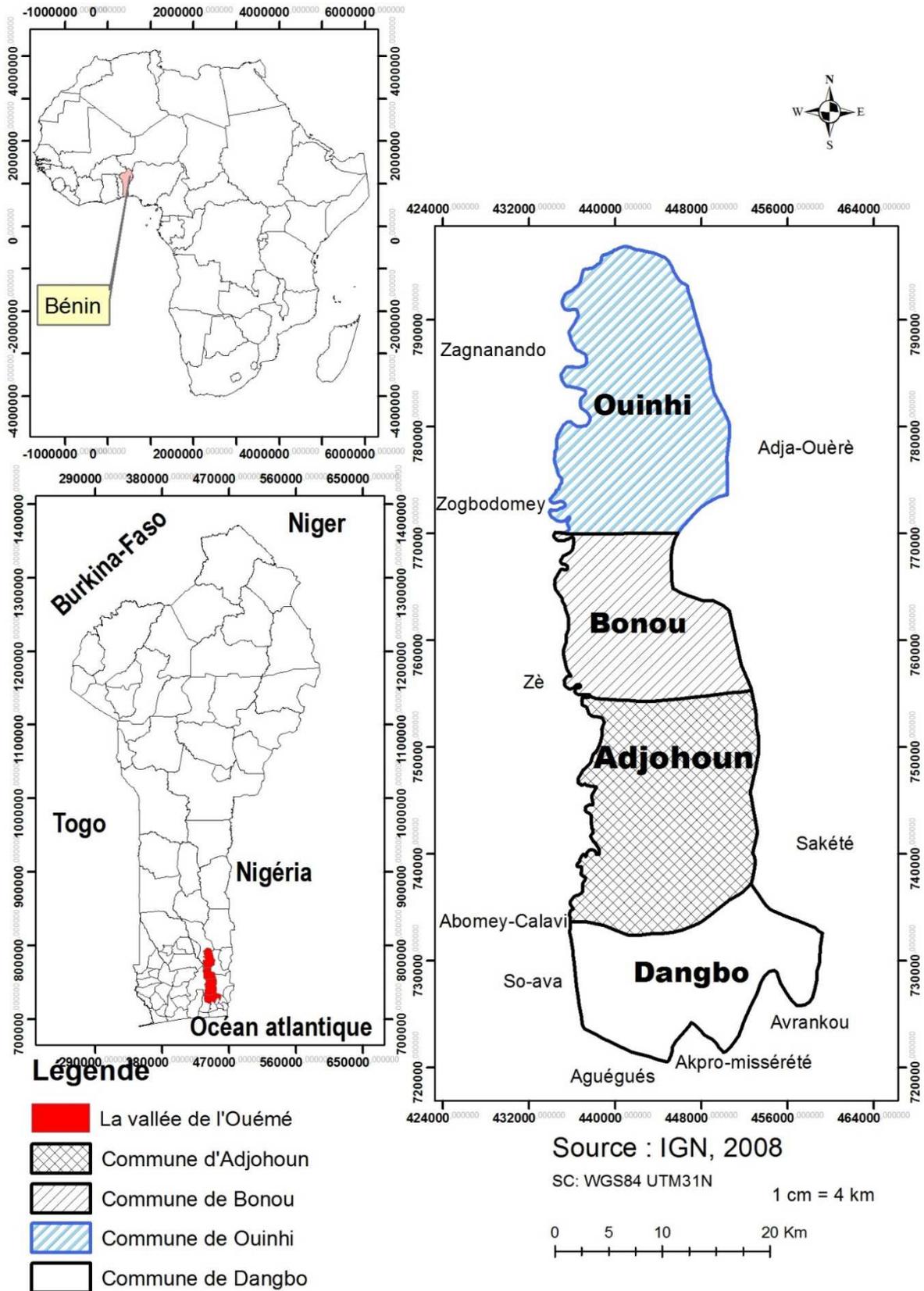


Figure1. Carte de la zone de recherche

## MATERIELS ET METHODES

### ***Échantillonnage et base de données***

L'unité d'observation dans le cadre de cette recherche a été le pisciculteur, chef de ménage. Dans chaque commune, 75 pisciculteurs ont été enquêtés, soit un total de 300 pisciculteurs sur l'ensemble des quatre communes d'enquêtes. En effet, à l'échelle de la commune, les pisciculteurs ont été premièrement recensés. Ensuite, la liste des pisciculteurs au niveau communal a été soumise à la table des nombres aléatoires pour l'échantillonnage. Enfin, le village de chaque pisciculteur tiré a été identifié. Les données ont été collectées en deux étapes. La première consiste à collecter les données qualitatives et d'ordre général lors des entretiens en groupe. La deuxième étape consistait à approfondir ces données à l'aide de questionnaire structuré auprès de chaque pisciculteur échantillonné. L'âge, l'expérience, le sexe, le niveau d'instruction, l'accès aux crédits, le groupe socio-culturel, le contact avec les ONGs, etc.) ont été collectées sur le terrain. Les données ayant servi au calcul de l'efficacité économique ont été les quantités et les coûts des inputs (alevins, fertilisants, aliments, main-d'œuvre, amortissement des matériels utilisés), les outputs de production (Quantité de poissons produits par cycle). L'outil de collecte de données KoboCollect sur smartphone a été utilisé dans le cadre de cette recherche.

Enfin, des observations et la triangulation des informations ont été utilisées pour s'assurer de la véracité des informations recueillies. Les efficacités ont été estimées par l'approche paramétrique de la frontière stochastique avec le logiciel STATA 13.0. Tenant compte des facteurs comme les systèmes piscicoles et l'alimentation des poissons, deux modèles Tobit ont été utilisés pour identifier les déterminants de l'efficacité économique de la production piscicole.

### ***Approche théorique de l'efficacité économique de la pisciculture***

L'approche théorique utilisée dans le cadre de cette recherche était basée sur la théorie économique du calcul du producteur. Cette approche théorique est un concept général qui s'applique à tous les types d'exploitation économique. La théorie permet de répondre aux questions essentielles de prise de décision de production et du coût d'opportunité à savoir : quel est le choix du produit et quels produits recommandés (quoi produire ?) ; à quel niveau de production (comment produire ?) (Gafsi *et al.* 2007). Cette théorie se fonde sur l'action de maximiser la fonction d'utilité tout en prenant en compte les contraintes liées aux ressources limitées en facteurs de production et par les possibilités techniques de production.

La fonction d'utilité traduit les préférences du pisciculteur et se réduit le plus souvent au seul profit. Selon Friedman (1953), seules peuvent se maintenir les entreprises qui obtiennent de façon durable les profits les plus élevés. Ce modèle est statique et fait l'hypothèse que les fonctions d'utilité et de production sont données, connues et non évolutives. Cette théorie stipule également qu'un certain nombre de facteurs intrinsèques aux pisciculteurs, les caractéristiques de l'exploitation influencent la décision du pisciculteur des choix qu'ils opèrent pour maximiser son profit (Gafsi *et al.*, 2007).

### ***Estimation des indices efficacités techniques, allocatives et économiques de production piscicole***

Pour évaluer l'efficacité technique de production, une variété d'approches théoriques a été élaborée pour établir des frontières de production (Nyémeck et Nkamleu, 2006). Ces approches ont été classées selon la forme présumée de la frontière, la technique d'estimation utilisée pour l'obtenir et selon la nature et les propriétés supposées de l'écart entre la production observée et la production optimale estimée (Albouchi *et al.* 2007). La distinction usuelle a concerné la forme de la frontière (Nyémeck et Nkamleu, 2006 ; Nuama, 2006). Il s'est agi de l'approche paramétrique et de celle non paramétrique. Ainsi pour déterminer l'efficacité technique et allocative, il a été estimé respectivement une fonction paramétrique de type COBB-DOUGLAS de la frontière de production et une fonction de coût pour éviter les problèmes d'itération et de corrélation entre variables indépendantes. De façon théorique la forme globale du modèle pour la fonction de production se présente comme suit :

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \sum_{i=1}^K \beta_i \ln(X_i) + \varepsilon_i - t_i \quad (1)$$

, avec :  $Y_i$  = l'output du pisciculteur  $i$  ;  $\beta_0$  = la constante ;  $\beta_i$  = l'élasticité de la production par rapport à chaque facteur ;  $\varepsilon_i$  = la variable purement

aléatoire hors du contrôle ;  $t_i$  = l'inefficacité technique du pisciculteur  $i$  ;  $X_i$  représente les inputs de production du pisciculteur  $i$ .

De façon empirique, on a :

$\ln Q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln q_{t\text{alev}} + \beta_2 \ln q_{\text{aliment}} + \beta_3 \ln q_{\text{mosi}} + \ln \alpha_{\text{morti}} + \varepsilon_i - t_i$  (2), avec :  $Q_i$  = Quantité totale de production du pisciculteur  $i$  exprimée en kg/cycle de production ;  $q_{t\text{alev}}$  = quantité d'alevin utilisée par le pisciculteur  $i$  en kg/cycle de production ;  $q_{\text{aliment}}$  = quantité d'aliment utilisée par le pisciculteur  $i$  en kg/cycle de production ;  $q_{\text{mosi}}$  = quantité de main-d'œuvre totale du pisciculteur  $i$  en  $h_j$  ;  $\alpha_{\text{morti}}$  = Amortissement du matériel en FCFA. Les  $\beta$  sont les coefficients à estimer, les  $\varepsilon_i$  sont les termes d'erreur et les  $t_i$  sont les termes d'inefficacité technique.

Après l'estimation de la fonction de production, les indices d'efficacité technique ont été déterminés

par la formule suivante défini par Coelli *et al.* (1998) :  $ET_i = e^{-t_i}$  (3),

où :  $ET_i$  = efficacité technique du pisciculteur  $i$  ;  $t_i$ , l'inefficacité technique du pisciculteur  $i$ .

Pour la détermination de l'efficacité allocative, Coelli (1996) a proposé la fonction de la frontière de coût dont la forme globale du modèle se présente comme suit :

$$\ln(C_i) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i \ln(Z_i) + \varepsilon_i - t_i \quad (4)$$

, avec :  $C_i$  = Coût total de production du pisciculteur  $i$  exprimé en FCFA/cycle de production ;  $Z_i$  représente les prix unitaires des inputs utilisés pour la production de poisson par le pisciculteur  $i$ . Les paramètres  $\alpha$  permettent dans un premier temps de tester les hypothèses de substituabilité des facteurs et d'homogénéité de l'élasticité de la production par rapport à chacun de ses facteurs en mesurant l'impact d'une variable donnée sur le coût total de production.

Empiriquement, on obtient ce qui suit :

$$\ln(C_i) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(P_{\text{alev}}) + \alpha_2 \ln(P_{\text{aliment}}) + \alpha_3 \ln(P_{\text{matériel}}) + \alpha_4 \ln(P_{\text{main-œuvre}}) + \varepsilon_i - t_i \quad (5)$$

où :  $C_i$  = coût total de la production de poisson en FCFA du pisciculteur  $i$  ;  $P_{\text{alev}}$  = prix d'un kg d'alevin en FCFA du pisciculteur  $i$  ;  $P_{\text{aliment}}$  = prix unitaire de l'aliment en FCFA du pisciculteur  $i$  ;  $P_{\text{matériel}}$  = Prix unitaire du matériel en FCFA du pisciculteur  $i$  ;  $P_{\text{main-œuvre}}$  = prix unitaire de la main-d'œuvre du pisciculteur  $i$  ;  $P_{\text{semence}}$  = prix d'un kg de semence du pisciculteur  $i$ . Les  $\alpha_i$  sont les coefficients à estimer, les  $\varepsilon_i$  sont les termes d'erreur et les  $t_i$  sont les termes d'inefficacité allocative.

Selon Coelli (1998),  $t_i$  est la variable qui fournit l'information sur le niveau d'inefficacité de coût du producteur  $i$ . Les indices d'efficacité allocative ont été déterminés par la formule suivante :

$$EAI_i = e^{-t_i} \quad (6), \text{ où : } EAI_i = \text{efficacité allocative du pisciculteur } i ; T_i = \text{inefficacité allocative du pisciculteur } i.$$

Après leur estimation, les résultats donnent, par transformation, les efficacités techniques et allocatives. L'efficacité économique est calculée en faisant le produit de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative.

### **Modélisation des déterminants de l'efficacité économique de la production piscicole**

La théorie économique du calcul du producteur stipulait que la performance économique de la production piscicole était fonction des caractéristiques de l'exploitation (systèmes piscicoles, type d'alimentation) et des caractéristiques intrinsèques du pisciculteur (Gafsi *et al.*, 2007). Ainsi, on a ce qui suit :  $EE = F(\text{SP}, \text{TA}, \text{CI})$  (7).

Pour contourner ce problème d'endogénéité, il est fait recours à deux équations pour expliquer l'efficacité économique de la production piscicole comme suit :  $EE = F(\text{SP}, \text{CI})$  (8) et  $EE = F(\text{TA}, \text{CI})$  (9).

Les systèmes piscicoles tenaient compte dans la majeure partie des cas des infrastructures piscicoles utilisés et du type d'espèce de poissons élevé. Dans une recherche sur les systèmes piscicoles,

Noumonvi (2017), a montré qu'en fonction des types de poisson et des types d'infrastructure utilisée, le cout de production du poisson peut être élevé et influencer les marges bénéficiaires de production. Il conclut qu'il existait une différence significative entre les revenus issus des différents systèmes de production piscicoles. Sikirou (2012) et Okpeke (2015), ont également montré que les coûts élevés des aliments constituent une contrainte majeure des pisciculteurs et qu'il y avait une influence négative sur leur efficacité de production. Certains auteurs tels que Midingoyi (2008) avaient démontré que le niveau d'instruction influençait la prise de décision du pisciculteur notamment dans l'utilisation des intrants au sein de l'exploitation piscicole réduisant ainsi l'inefficacité technique des pisciculteurs (Sikirou, 2012 ; Kpenavoun et al. 2017). Plus un pisciculteur était instruit, plus il maîtrisait et gérait mieux son exploitation.

Selon Midingoyi, (2008), un pisciculteur qui considérait l'activité comme principale, accordait plus d'importance à cette dernière car la majeure partie de son revenu en dépendait. Il était supposé avoir une plus grande efficacité que celui ayant des activités principales autres que la pisciculture.

Selon Phiri et al (2018), la taille des ménages, réputée contribuer à la disponibilité de la main-d'œuvre agricole, avait une influence non significative mais négative sur l'inefficacité des exploitations chinoises. Pour le même auteur, le facteur avait une influence négative sur l'efficacité technique des exploitations de tilapia au Malawi. Les équations 8 et 9 deviennent :

$$LNEEi = \alpha_0 + \alpha_1 nivprim + \alpha_2 secon1 + \alpha_3 secon2 + \alpha_4 supe + \alpha_5 AP_{Pisci} + \alpha_6 lnNPVM + \alpha_7 PiClaT + \alpha_8 PiTev + e_i \quad (10)$$

Avec : EEi= Score d'efficacité économique qui est une variable définie entre 0 et 1. Ainsi, la distribution est tronquée. La régression Tobit est utilisée et le logarithme népérien est appliqué à cette variable ainsi que toutes les variables explicatives quantitatives pour rendre la distribution normale. nivprim= Niveau d'instruction primaire du pisciculteur ; secon1= Niveau d'instruction secondaire premier cycle ; secon2 = niveau d'instruction secondaire deuxième cycle ; AP\_Pisci= Pisciculture comme activité principale du pisciculteur ; NPVM=Nombre de personnes vivants dans le ménage ; PiClaTen= Système piscicole avec la production de Clarias et de tilapia au niveau des étangs non vidangeables ; PiTev= Système piscicole avec la production de tilapia au niveau des étangs vidangeables.

$$LNEEi = \beta_0 + \beta_1 nivprim + \beta_2 secon1 + \beta_3 secon2 + \beta_4 supe + \beta_5 AP_{Pisci} + \beta_6 lnNPVM + \beta_7 alimentnaturel + \beta_8 alimentsousproduit + \beta_9 alimentimporté + e_i \quad (11)$$

Avec : aliment naturel=aliments naturels utilisés pour nourrir les poissons ; aliment sous-produit=aliments sous forme de sous-produit utilisés pour nourrir les poissons.

Selon Dassoundo-Assogba et al. (2019 a), les variables PiClaTen et PiTev étaient expliquées par les variables Niveau d'Instruction Primaire, Niveau d'Instruction Secondaire et plus, formation sur la production de provende, formation sur la production d'alevin, formation sur la survie et la qualité de l'eau, formation sur l'entretien des infrastructures, la superficie de palmeraie et la pisciculture comme activité secondaire. Il y avait donc un problème de multicollinéarité entre ses variables et les variables PiClaTen et PiTev. .

De même, selon Dassoundo-Assogba et al. (2019 b), l'aliment naturel, l'aliment sous-produits et l'aliment importé étaient expliqués par Niveau d'Instruction Primaire, Niveau d'Instruction Secondaire et plus, la superficie de palmeraie et la pisciculture comme activité secondaire, formation sur la production de provende, achat de terre, superficie patate douce, superficie tomate, superficie piments, superficie palmeraie, PiClaTen et PiTev. Par conséquent, une multicollinéarité existait entre les variables Niveau d'Instruction Primaire, Niveau d'Instruction Secondaire et plus, et l'aliment naturel, l'aliment sous-produits et l'aliment importé dans l'équation 11. La valeur des variables PiClaT en et PiTev ont été estimées et l'équation 11 devient ce qui suit :

$$LNEEi = \gamma_0 + \gamma_1 nivprim + \gamma_2 secon1 + \gamma_3 secon2 + \gamma_4 supe + \gamma_5 AP_{Pisci} + \gamma_6 \widehat{PiClaTen}_i + \gamma_7 \widehat{PiTev}_i + e_i \quad (12)$$

La valeur des variables aliment naturel, aliment sous-produit et aliment importé ont été estimées et l'équation 11 devient ceci :

$$LNEEi = \delta_0 + \delta_1 \ln \text{nvprim}_i + \delta_2 \text{secon1}_i + \delta_2 \text{secon2}_i + \delta_4 \text{supe}_i + \delta_3 AP_{pisci}_i + \delta_6 \ln NPVM_i + \delta_7 \text{alimentnaturel}_i + \delta_8 \text{alimentsousproduit}_i + \delta_9 \text{alimentimporté}_i + e_i \quad (13).$$

Les équations (12) et (13) ont été estimées en utilisant des spécifications robustes qui corrigent les éventuels problèmes d'hétéroscédasticité. Les estimations ont été faites à l'aide du logiciel STATA 13.

## RESULTATS

### Estimation des fonctions de production et de coût Cobb-Douglas

#### Estimation de la fonction de production

Dans le tableau 1, a été présentée, l'estimation de la fonction de production piscicole de type Cobb-Douglas. Pour estimer ce modèle de frontière de production de type Cobb-Douglas, les variables suivantes ont été testées : Quantité totale de production du pisciculteur  $i$  exprimée en kg/cycle de production ; quantité d'alevin utilisée par le pisciculteur en kg/cycle de production ; quantité d'aliment utilisée par le pisciculteur  $i$  en kg/cycle de production ; quantité de main-d'œuvre totale du pisciculteur  $i$  en  $h_j$  ; Amortissement du matériel.

Tableau 1. Estimation de la fonction de production piscicole Cobb-Douglas

Variables	Coefficients	Erreur type	P de signification
Lnqtalevin	0,10	0,08	0,211
Lnqtaliment	0,20***	0,04	0,000
Lnamortissement	0,13	0,106	0,211
LN MOT	0,08**	0,03	0,024
Constante	3,78	1,23	0,002
Log de vraisemblance		-395,81	
Nombre d'observation		300	
Autres statistiques	Wald chi2(4)= 40,71 ; Prob> chi2=0,00000 ; Sigma2= 2,58***		

Source : Données d'enquête des auteurs, 2018

Les résultats de la régression ont montré que le modèle était globalement significatif au seuil de 1%. Les résultats ont montré que la valeur de LR qui était de 395,81 en valeur absolue était supérieure au  $\chi^2$  qui était de 40,71. L'existence d'effet d'inefficacité technique a été confirmée. Ainsi, partant de ces paramètres, la spécification en termes de frontière de production a été appropriée dans la présente étude. Cette formulation stochastique de la frontière, a montré que dans cette recherche, en plus de l'inefficacité technique largement imputée aux pisciculteurs, il faudrait tenir compte des facteurs purement aléatoires. Par ailleurs, plusieurs facteurs ont eu des impacts significatifs et positifs sur l'efficacité technique de production piscicole, la quantité d'aliment et la quantité de main-d'œuvre totale. Les coefficients des variables quantité d'aliment et quantité de main-d'œuvre ont été positifs et respectivement significatifs aux seuils de 1% et 5% (Tableau 1). Ainsi, une augmentation de 1% des quantités d'aliment et de main-d'œuvre a entraîné une augmentation de la production piscicole respectivement de 0,20% et 0,08%.

#### Estimation de la fonction de coût

L'estimation de la fonction de coût a été faite par la fonction frontière de coût de type Cobb-Douglas (Tableau 2). Pour estimer ce modèle de frontière de coût de type Cobb-Douglas, les variables suivantes ont été testées : le prix d'un kg d'alevin en FCFA du pisciculteur  $i$ , le prix d'un kg d'aliment en FCFA du pisciculteur  $i$ , le prix unitaire du matériel en FCFA du pisciculteur  $i$ , le prix unitaire de la main-d'œuvre du pisciculteur  $i$ , prix d'un kg de semence du producteur  $i$ .

Les résultats de la régression ont montré que le modèle était globalement significatif au seuil de 1% et la valeur de LR de 155,5 en valeur absolue a été supérieure au  $\chi^2$  qui était de 73,92. Ceci confirmait l'existence d'effet d'inefficacité allocative. Partant de ces paramètres, la spécification en termes de frontière de coût était donc appropriée dans cette recherche. Cette formulation stochastique de la frontière, a révélé que dans cette recherche, en plus de l'inefficacité allocative largement imputée aux pisciculteurs, il faudrait tenir compte des facteurs purement aléatoires.

Par ailleurs, les résultats ont montré également que plusieurs facteurs avaient des impacts significatifs et positifs sur l'efficacité allocative de la production piscicole : le prix de l'alevin, le prix de l'aliment, le prix de la main-d'œuvre, le prix du matériel. L'examen du tableau 1 a montré que les coefficients des variables prix de l'alevin, prix de l'aliment, prix de la main-d'œuvre, prix du matériel étaient positifs et respectivement significatifs aux seuils de 1% sauf pour le prix de l'alevin qui était au seuil de 5%. Ainsi, une augmentation de 1% du prix de l'alevin, du prix de l'aliment, du prix de la main-d'œuvre et du prix du matériel a entraîné une augmentation du coût de production piscicole respectivement de 0,16%, 0,41%, 0,23% et 0,28%. Sachant qu'une réduction des coûts doit permettre une meilleure efficacité, les pisciculteurs doivent mettre l'accent sur la réduction du coût de l'aliment.

**Tableau 2. Estimation de la fonction de cout Cobb-Douglas**

Variables	Coefficients	Erreur type	P de signification
LnpuAlevin	0,16	0,06	0,014
LnpuAlim	0,41	0,07	0,000
LnpuMo	0,23	0,05	0,000
LNpumate	0,28	0,06	0,000
Constante	1,90	1,02	0,063
Log de vraisemblance	-155,5		
Nombre d'observation	300		
Autres statistiques	Wald chi2(4)= 73,92 ; Prob> chi2=0,0000		

Source : Données d'enquête des auteurs, 2018

### Indices d'efficacités de la production piscicole au sud du Bénin

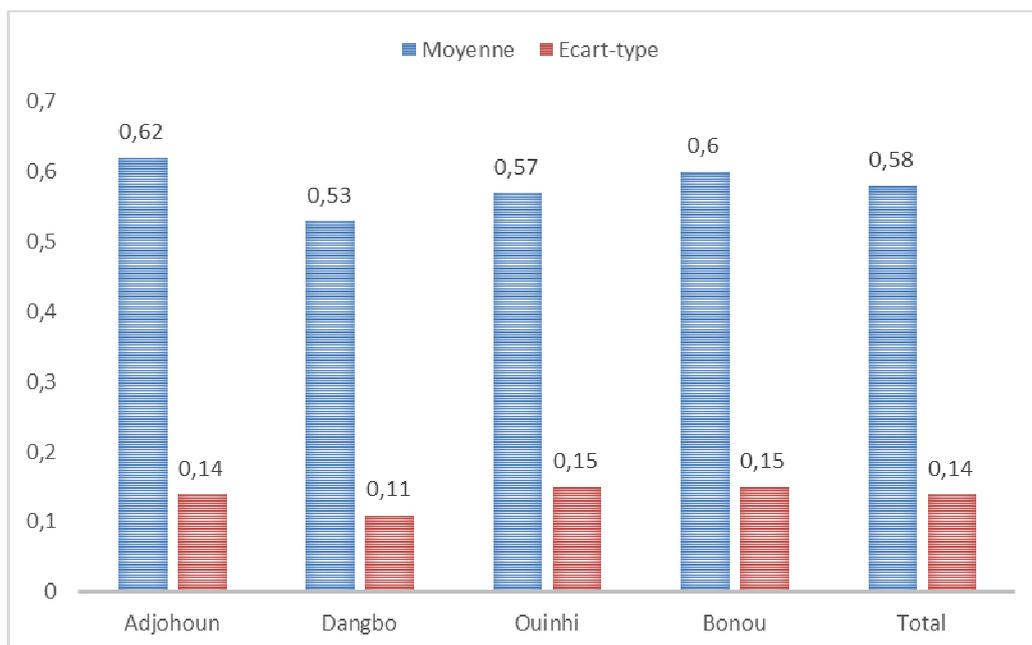
Cette session a présenté les indices d'efficacité de la production piscicole. Les résultats des tests de comparaison de moyenne ont indiqué que les indices d'efficacité technique, économique variaient significativement suivant les communes (Tableau 3).

**Tableau 3. Résultats des tests ANOVA des indices d'efficacité entre les communes de la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin**

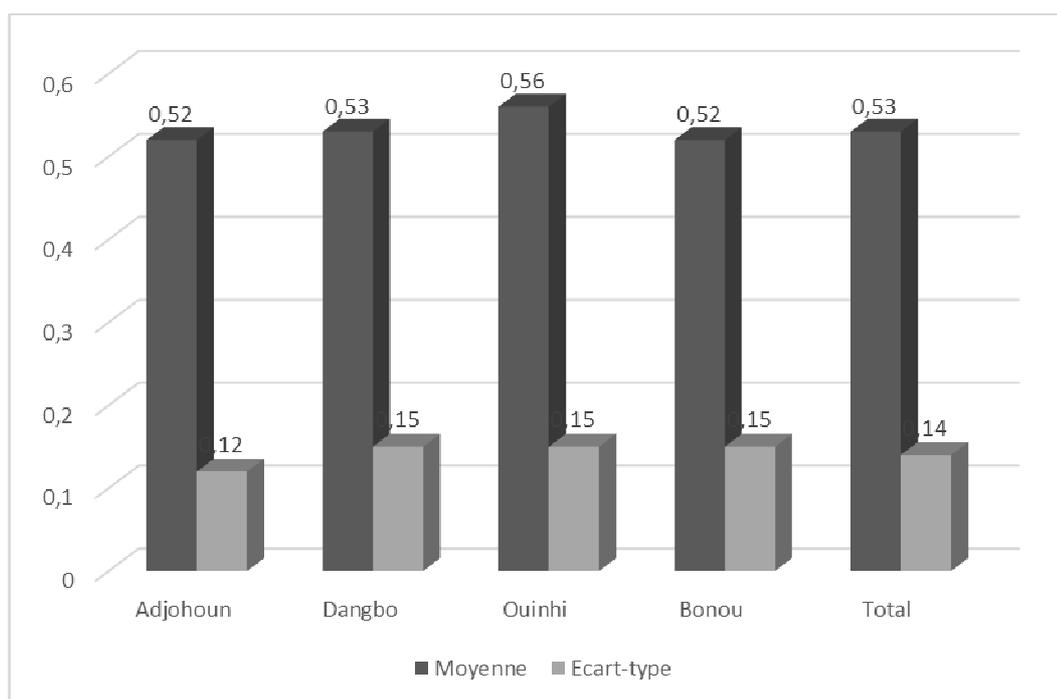
Indices d'efficacité	F de fisher	Degré de liberté 1	Degré de liberté 2	Significativité
Technique	5,67	3	296	0,001
Allocative	1,005	3	296	0,391
Economique	2,11	3	296	0,099

Source : Données d'enquête des auteurs, 2018

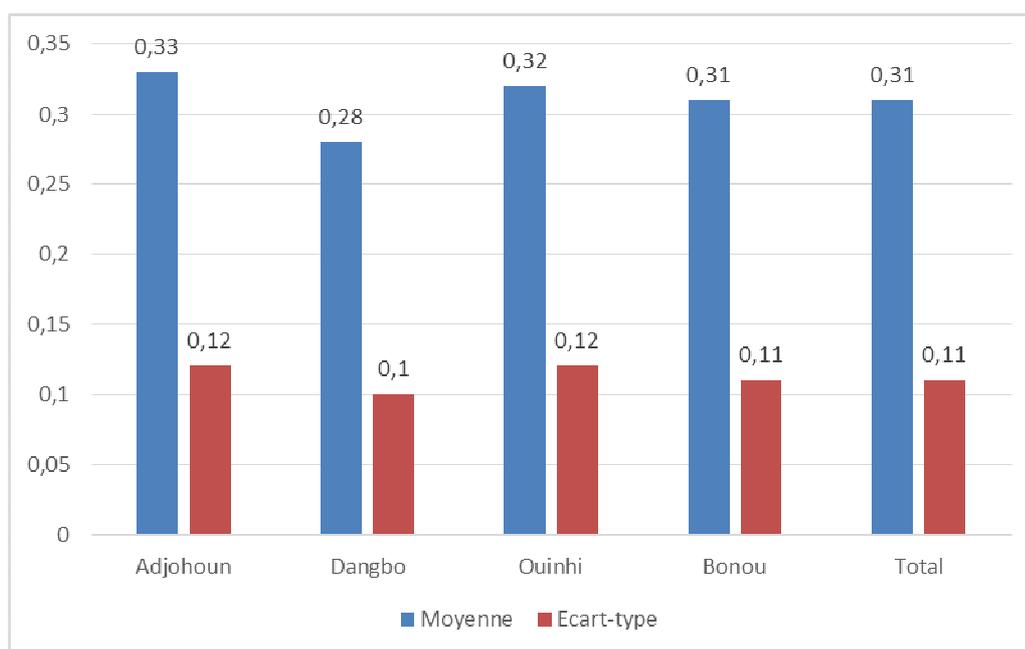
La commune d'Adjohoun venait en tête pour l'indice d'efficacité technique et l'indice d'efficacité économique alors que la commune de Ouinhi occupe la première position pour l'indice d'efficacité allocative (Figures 2, 3 et 4). La moyenne de l'indice d'efficacité technique pour toute la zone était de 0,58 (Figure 2). Celle pour l'indice d'efficacité allocative était de 0,53 (figure 3) tandis que l'indice moyen d'efficacité économique était de 0,31 (figure 4) pour la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin. Il apparaît donc globalement, que les pisciculteurs du sud du Bénin étaient économiquement efficaces dans leur production. Cependant ceux de la commune d'Adjohoun venait en tête avec une moyenne de 0,33.



**Figure 2. Indice d'efficacité technique de production piscicole selon les communes**



**Figure 3. Indice d'efficacité allocative de production piscicole selon les communes**



**Figure 4. Indice d'efficacité économique de production piscicole selon les communes**

### ***Déterminants de l'efficacité économique de la production piscicole***

Les deux modèles Tobit estimés étaient globalement significatifs au seuil de 1% (Tableau 4).

**Tableau4. Déterminants de l'efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin**

Variables	Coefficient (erreur standard robuste)	
	Modèle 1c	Modèle 2d
nivprim	-0,02 (0,04)	-0,055 (0,05)
Secon1	-0,018 (0,057)	0,009 (0,07)
Secon2	0,16 (0,072)**	0,16 (0,085)*
Sup	0,15 (0,09)*	0,16 (0,11)
AP_Pisi	0,10 (0,05)**	0,13 (0,045)***
NPVM ln	0,03 (0,03)	0,08 (0,047) *
Probabilité d'appartenance au groupe des PiClaTen	-0,41 (0,17)**	-
Probabilité d'appartenance au groupe des PiTev	-0,16 (0,11)	-
Probabilité d'appartenance au groupe de ceux qui utilisent l'aliment naturel	-	-0,13 (0,07)*
Probabilité d'appartenance au groupe de ceux qui utilisent l'aliment sous-produit	-	0,04 (0,047)
Probabilité d'appartenance au groupe de ceux qui utilisent l'aliment importé	-	0,05 (0,029)**
R2	0,2441	0,1914
Sigma	0,3 (0,01)	0,3 (0,01)

<sup>ln</sup>sous forme logarithme népérien

Source : Données d'enquête des auteurs, 2018

Les résultats ont indiqué que, quel que soit le modèle, le niveau secondaire cycle 2, la pisciculture comme activité principale déterminaient significativement l'efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin. Lorsque les pisciculteurs ont un bon niveau d'instruction, ils étaient dotés de capacités nécessaires pour mieux conduire leur exploitation. De plus, ils arrivaient à mieux assimiler et appliquer les notions reçues lors des formations. Ce qui entraînait une influence positive sur leur efficacité. Lorsque le pisciculteur a pris l'activité de pisciculture comme son activité principale, il s'est investi mieux à travers ses ressources humaines, financières et managériales. L'exploitation piscicole avait donc de très forte chance de prospérer et d'être efficace économiquement.

Par ailleurs, le niveau d'instruction secondaire 2 déterminait positivement et significativement l'efficacité économique pour le modèle 1 tandis que le nombre de personnes vivants dans le ménage influençaient positivement et significativement cette efficacité pour le modèle 2. Les personnes vivantes dans un ménage représentaient une main-d'œuvre familiale potentielle pour le pisciculteur. Lorsqu'il utilisait cette main-d'œuvre de manière adéquate, son investissement financier en main-d'œuvre se trouve considérablement réduit. Ce qui entraîne une réduction des coûts de production et par ricochet avait une influence positive sur l'efficacité économique de la production.

## DISCUSSION

L'indice d'efficacité économique des pisciculteurs est de 0,31. Ce résultat montre que la minimisation des coûts dans l'allocation des ressources reste faible pour espérer une efficacité. Les producteurs sont plus efficaces du point de vue technique (0,58) que du point de vue allocative (0,53). Ce qui montre que les pisciculteurs arrivent à combiner de façon optimale les inputs pour avoir le maximum d'output alors qu'ils n'arrivent pas à allouer de façon optimale les ressources de manière à minimiser le plus possible les coûts et à maximiser leur revenu. Les résultats de l'étude ne sont pas très loin de la valeur 0,62 observée par Igwe *et al.* (2011). Toutefois, d'autres auteurs ont obtenus des indices plus élevés et des indices plus faibles. C'est le cas de Kpénavoun *et al.* (2017) qui ont obtenu un indice d'efficacité technique de 0,47 alors que dans la sous-région dans l'état d'Oyo au Nigeria, Ogundari *et al.* (2010) ont obtenu un indice d'efficacité technique de 0,92. Il en est de même des auteurs Omumah *et al.* (2010) et Begum *et al.* (2013) qui ont obtenu respectivement au Ghana et en Bangladesh des indices d'efficacité respectivement de l'ordre de 0,84 et de 0,82.

Le niveau d'instruction secondaire et plus influence positivement et significativement l'efficacité économique. Ces résultats corroborent ceux de Kpénavoun *et al.* (2017) qui ont constaté que la plupart des facteurs susceptibles d'améliorer l'efficacité technique ont un lien positif avec les capacités techniques et managériales des pisciculteurs. Dans le même ordre d'idées, Ogoundari *et al.* (2010) et Begum *et al.* (2013) ont constaté que le niveau d'instruction améliore l'efficacité du pisciculteur. Toutefois, Phiri *et al.* (2017) ont montré dans une étude comparative entre le Malawi et la Chine que l'éducation avec au moins le niveau secondaire améliore la capacité de gestion des pisciculteurs. Cette capacité permet aux pisciculteurs de Malawi d'être plus efficaces que ceux de la Chine où une éducation moindre doit réduire leur efficacité technique.

Les résultats montrent également que le nombre de personnes vivants dans le ménage influence positivement et significativement l'efficacité économique. Ce résultat vient confirmer les résultats de certains auteurs mais infirment ceux d'autres. Phiri *et al.* (2017) ont montré que la taille du ménage, réputés contribuer de la main-d'œuvre piscicole disponible présente une influence positive sur l'efficacité alors que le même facteur a une influence négative sur les exploitations de tilapia au Malawi.

La probabilité estimée d'appartenance au groupe des pisciculteurs qui produisent à la fois du clarias et du tilapia au niveau des étangs non vidangeables détermine négativement et significativement l'efficacité économique de la production piscicole. Également, les plausibilités qu'un pisciculteur appartienne à une association de pisciculteurs qui utilisent l'aliment naturel et à une association de pisciculteurs utilisant l'aliment importé détermine significativement et respectivement, négativement et positivement cette efficacité. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de plusieurs auteurs. Ozibo *et al.* (2014) dans leur recherche intitulé « examen du management de la production aquacole au Nigeria » ont rapporté que les poissons peuvent être nourris avec des aliments naturels et des aliments complémentaires ou une combinaison des deux. Du fait des aliments naturels qui deviennent de plus en plus limités, les poissons élevés dans les systèmes plus ou moins intensifs ont besoin de tous les nutriments dans un régime alimentaire complet et que les poissons ne peuvent pas aisément

chercher ces aliments (Ozibo et al., 2014). Ce qui influençait négativement ou positivement l'efficacité selon le type d'aliment.

De même, Riche et al. (2003) et Paollucini (2012) ont montré que l'aliment peut représenter plus de 50% des coûts variables de production des poissons. Le manque de moyen pour en acquérir constituait un frein à l'amélioration de l'efficacité des exploitations piscicoles.

Cette recherche a mis l'accent de par la méthode utilisée sur les effets fixes des facteurs sur l'efficacité économique toute chose étant égale par ailleurs. Dans la réalité les pisciculteurs ont fait le choix de combinaison de facteurs pouvant potentiellement leur donner satisfaction. Pour de futures recherches, l'utilisation de méthode prenant en compte cet aspect doit conduire à des résultats plus probants et moins sujets au facteur aléatoire difficilement contrôlable.

## CONCLUSION

L'objectif double de l'étude, celui d'évaluer l'efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin et d'identifier ses déterminants est atteint. Les résultats indiquent que la production des pisciculteurs du sud du Bénin est économiquement efficace dans leur production. Toutefois, ceux de la commune d'Adjohoun sont plus efficaces que ceux des autres communes d'étude. Les pisciculteurs les plus instruits sont les plus efficaces économiquement. Les pisciculteurs qui produisent à la fois du clarias et du Tilapia dans les étangs non vidangeables (PiClaTen) et les pisciculteurs qui produisent du Tiliapia dans les étangs vidangeables (PiTev) sont moins efficaces tandis que les pisciculteurs qui utilisent l'aliment sous-produits et l'aliment importé sont plus efficaces.

Ces résultats permettent de recommander que pour une bonne efficacité économique de la production piscicole, les pisciculteurs doivent avoir un bon niveau d'instruction et disposer d'une main-d'œuvre suffisante. Ce qui leur permet de mieux assimiler les formations reçues et de les appliquer pour une meilleure efficacité. Les services de vulgarisation doivent également mettre en place des politiques visant à faciliter l'accès à l'aliment adéquat et à moindre coût qui est un élément indispensable à l'efficacité économique de la production piscicole.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albouchi, L., M. S. Bachta, F. Jacquet, 2007 : Efficacités productives comparées des zones irriguées au sein d'un bassin versant. *Institut National Agronomique de Tunisie, New Medit*, 3, 4-13.
- Begum, E. A., M. I. Hossain, E. Papannagiotou, 2013 : Technical efficiency of shrimp farming in Bangladesh: An application of the stochastic production frontier approach. *J. World Aquacult. Soc.*, 44(5), 641-654.
- Coelli, T., D. S. Prasada Rao, G. E. Battese, 1998: An introduction to efficiency and productivity analysis, 2nd Edition, Boston/Dordrecht/London, Kluwer Academic Press, 274 p.
- Coelli, T. J., Battese, G. E., 1996: Identification of factors which influence the technical efficiency of Indian farmers. *Aust J AgricResour Econ*, 40, 103-128.
- Dassoundo-Assogba, C. F. J., J. A. Yabi, R. Pelebe, 2019 a : Characterization of Fisheries Systems in the Oueme Valley South of Benin. *International Journal of Scientific Research and Reviews (IJSRR)*, 8(2), 4778-4791.
- Dassoundo-Assogba, C. F. J., J. A. Yabi, R. Pelebe, 2019 b : Déterminants du choix de l'alimentation des poissons par les pisciculteurs de la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin. *International Journals of Sciences and High Technologies*, 15 (1), 30-44.
- Direction des Pêches, 2013 : Programme Développement Pêche et Aquaculture, Cotonou : Bénin, 193 p.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), 2016: The State of World Fisheries and Aquaculture, Contributing to food security and nutrition for all. Rome, 200 p.
- FAO, 2014 : La situation mondiale des pêches et l'aquaculture : Possibilité et défis, Rome 273, 26 p.
- Friedman, M., 1953: Essays on positive economics (nouvelle édition 1966), University of Chicago press, Chicago, États-Unis, 334 p.
- Gafsi, M., J. Y. Dugué Jamin, J. Brossier, 2007 : Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre, Collection Synthèses, Éditions Quae, 475p.
- Igwe, K. C., R. N. Echebiri, A. A. Nlewadim, P. C. Anorue, 2011: Application of the stochastic production frontier to the measurement of technical efficiency of fish farming in Umuahia Metropolis. *Abia State, Nigeria. J. Agric., Food Sci.*, 9(8), 1-8.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2016 : Statistiques du Commerce Extérieur-Bulletin Trimestriel-Quatrième Trimestre, 2016, INSAE: Cotonou, 89 p.

- Kpenavoun, C. S., E. Gandonou A. Adegbi, E. Abokini, 2017 : Mesure et déterminants de l'efficacité technique des pisciculteurs du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(5), 2194-2208.
- Laleye, A. C., J-C. Philippart, G. Teugels, P. Vandewalle, 2004 : Étude de la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest) par Philippe, 28(4), 329-339.
- Midingoyi G. S., 2008 : Analyse des déterminants de l'efficacité de la production cotonnière au Bénin : Cas des départements de l'Alibori et de l'Atacora. Thèse de Master complémentaire, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAGx), 90 p.
- Noumonvi, C. V. P., 2017 : Analyse des déterminants de l'efficacité économique et de la rentabilité des systèmes de pisciculture dans les communes de Sô-Ava et de Sèmè-Podji. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master professionnel en Sciences Agronomiques, 89 p.
- Nuama, E., 2006 : Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte d'Ivoire. *Économie rurale*, 10, pp. 39-53.
- Nyemeck, J. B., Nkamleu G. B., 2006 : Potentiel de productivité et efficacité technique du secteur agricole en Afrique. *Canadian Journal of Agriculture Economics*, 54, 361-377.
- Ogundari, K., Akinbogun, O. O., 2010: Modeling technical efficiency with production risk: A study of fish farms in Nigeria. *Mar. Resour. Econ*, 25, 295-308.
- Okpeke, Yemi, M., Akarue B. O, 2015: Analysis of The Profitability of Fish Farming in Warri South Local Government Area of Delta State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 8(12), 45-51.
- Onumah, E. E., B. Brümmer, G. Hörstgen-Schwark, 2010: Elements which delimitate technical efficiency of fish farms in Ghana. *J. World Aquacult. Soc.*, 41(4), 506-518.
- Ozigbo, E., C. Anyadike, G. Forolunsho, R. Okechuckwu, P. Kolawole, 2013: Development of an Automatic Fish Feeder International Institute of Tropical Agriculture Postharvest Unit, Ibadan – African. *Journal of Root and Tuber Crop*, 10(1), 27-32.
- Paollucci, M., A. Fabbrocini, M. G. Volpe, E. Varricchio, E. Coccia, 2012: Development of biopolymers as binders for feed for farmed aquatic organisms. In *Muchlisin, ZA., (Ed.), Aquaculture*, 10, 5307-5317.
- Phiri, F., Yuan X., 2018: Technical Efficiency of Tilapia Production in Malawi And China: Application of Stochastic Frontier Production Approach. *J Aquac Res Development*, 9, pp. 532.
- Riche, M., Garling, D., 2013: Feeding Tilapia in intensive recirculatory systems. *North central Regional Aquaculture Centre and United State Department of Agriculture (USDA)*, pp. 1-4.
- Sikirou, A. A., 2012 : Efficacité économique des exploitations piscicoles des départements de l'Ouémé et de l'Atlantique au sud-Bénin. Mémoire de Master Professionnel en Gestion des Entreprises Rurales et Agricoles (GERA), Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement de l'Université Catholique de l'Afrique de l'Ouest, Bénin, 87 p.
- Yao, H. A., A. Koumi, C. S. K. Nobah, C. B. Atse, P. E. Kouamelan, 2016 : Evaluation de la compétitivité des systèmes piscicoles pratiqués en Côte d'Ivoire : gestion, alimentation et production. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3), 1086-1097.