

Sixième article : **Assessment of the economic profitability determinants of fishing activity in water reservoirs in Northern Bénin**

Par : R. O. E. Pelebe, I. Imorou Toko, J. F. C. Dassoundo-Assogba, I. N. Ouattara, B. W. Dimon Yai, J. A. Yabi et G. A. Mensah

Pages (pp.) 65-73.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro 86 – Décembre 2019

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 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)

Service Informatique 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 / 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

République du Bénin

Sommaire

Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Bulletin d'abonnement	vii
Reproductivité, production fourragère et valeur alimentaire de <i>Newbouldia leavis</i> et de <i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> , deux plantes utilisées dans l'alimentation et le contrôle du parasitisme des petits ruminants au Bénin I. Y. Minaflinou Sacca Sidi, S. Adjolohoun, G. G. Alowanou, Y. Aminou Maliki et S. Hounzangbé Adoté	1
Influence de la substitution du tourteau de coton par l'Okara sur les performances d'embouche des ovins Djallonké au Centre du Bénin A. R. Adéossi, A. H. Soule, J. A. Djèntonin, M. Houinato, S. Babatounde et G. A. Mensah	10
Prévalence de la trypanosomose bovine dans la commune de N'Dali au nord-est du Bénin C. Iwaka, E. V. B. Azando, E. Y. Attakpa, P. A. Olounladé, S. A. Doko et S. M. Hounzangbé Adoté	20
How far soil characteristics influence species composition and structure of Ectomycorrhizal fungi in Soudano-Guinean woodlands in Bénin? R. D. Houdanon, L. H. Aignon, J. E. I. Codjia et N. S. Yorou	32
Activités Génératrices de Bénéfices prioritaires pour les communautés gestionnaires des Aires du Patrimoine Autochtone et Communautaire dans la vallée du Sitatunga au Sud-Bénin J. F. Belogoun, G. C. Hedegbetan, E. A. Padonou, M. Montcho et A. C. Adomou	45
Assessment of the economic profitability determinants of fishing activity in water reservoirs in Northern Bénin R. O. E. Pelebe, I. Imorou Toko, J. F. C. Dassoundo-Assogba, I. N. Ouattara, B. W. Dimonyai, J. A. Yabi et G. A. Mensah	65

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
 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. Sèchéchè Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche

Membres : Dr Ir. Adolphe ADJANOHOUN, 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 GBHOUNOU (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 ADJANOHOUN (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. 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^{ère} 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 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^{er} 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 :

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

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

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

Assessment of the economic profitability determinants of fishing activity in water reservoirs in Northern Bénin

R. O.E. Pèlèbè^{16,18}, I. Imorou Toko¹⁶, J. F. C. Dassoundo-Assogba¹⁷, I. N. Ouattara¹⁸, B. W. Dimon Yai¹⁶, J. A. Yabi¹⁷ et G. A. Mensah¹⁹

Abstract

Water reservoirs are the most numerous fishing environments in the north part of Bénin. The study investigates on the economic profitability determinants of fishing activity in northern Bénin water reservoirs. At this end, with the aid of personal questionnaire, focus-group and direct observation, data were collected from 84 fishermen and 28 water reservoirs. After carrying out the Multiple Correspondence Analysis followed and Hierarchical Ascendant Classification, these water reservoirs are classified in four different groups and each group is homogeneous in terms of state characteristics. The profitability indicators such as gross product, charges and net income of fishing activity were calculated for the group of fishermen exploiting each water reservoirs group. Analysis of variance and multiple linear regression methods were performed to respectively compare between groups the averages profitability indicators and to identify the factors influencing net income. The results showed that fishing activity is economically profitable and the net income is significantly high at level of water reservoirs with a good conditions state. The probability that fisherman belongs to the group of fishermen operating in water reservoirs with a bad dike condition, poor condition of the bowl and poor state of the weir, that fishermen have the handicraft as a secondary activity is negatively and significantly correlated with fishing activity net income. Years of fisherman experience, stocking of water reservoir with both natural and artificial fish, participation of fisherman to exchanges visits are positively and significantly correlated with fishing activity net income. As a matter of fact, a particular attention has to be given to the determinants having significant positive effect on net income in order to sustain fishing activity in northern Bénin water reservoirs.

Keywords: fishing activity, determinants, net income, water reservoirs, Northern-Bénin

Évaluation des déterminants de la rentabilité économique de l'activité de pêche au niveau des retenues d'eau au nord du Bénin

Résumé

Les retenues d'eau sont les plus nombreux milieux de pêche dans le septentrion béninois. L'objectif de l'étude était d'analyser les facteurs influençant la rentabilité de l'activité de pêche dans les retenues d'eau du nord-Bénin. Pour cela, au moyen d'un questionnaire individuel, du focus-group et de l'observation directe, les données ont été collectées auprès de 84 pêcheurs et autour de 28 retenues d'eau. La réalisation d'une Analyse des Correspondances Multiples suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique a permis de classer ces retenues d'eau en quatre différents groupes et

¹⁶Dr MSc. Rodrigue Orobiyi Edéya PELEBE, Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAq), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), 03 BP 61 Parakou, République du Bénin & LHET/UFR-B/UFRB, 22 BP 582 Abidjan 22, République de Côte d'Ivoire, E-mail : peleberodrigue@yahoo.fr, Tél. : (+229)94824211/(+229)96975762 & (+225)66557435

Dr Ibrahim IMOROU TOKO, LaRAEAq/FA/UP, 03 BP 61 Parakou, E-mail : iimorou_toko@hotmail.com, Tél. : (+229)96132150, République du Bénin

MSc. Ir. Bernardin Worou DIMON YAI, LaRAEAq/FA/UP, 03 BP 61 Parakou, E-mail : dimon_yayi@yahoo.fr, Tél. : (+229)95322940, République du Bénin

¹⁷MSc. Ir. Jonas Florent Cadoké DASSOUNDO-ASSOGBA, Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES/FA/UP), BP 123 Parakou, E-mail : dajprince@gmail.com, Tél. : (+229)97412375, République du Bénin

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

¹⁸Dr Issa Nahoua OUATTARA, Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux (LHET), Unité de Formation de Recherche Biosciences (UFR-B), Unité Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, E-mail : issanahoua@yahoo.fr, Tél. : (+225)02403710, République de Côte d'Ivoire

¹⁹Dr Ir. (DR) Guy Apollinaire MENSAH, Laboratoire des Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Halieutique (LRZVH), Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01BP 884 Recette Principale Cotonou, Bénin. Email : mensahga@gmail.com, Tél. : (+229)97490188/(+229)95229550, République du Bénin

chaque groupe est homogène en termes de caractéristiques. Les indicateurs de rentabilité à savoir le produit brut en valeur, les charges de production et le revenu net issu de l'activité de pêche ont été calculés pour les pêcheurs exploitant chaque groupe de retenues d'eau. L'Analyse de Variance (ANOVA) a permis de comparer les moyennes des différents indicateurs en fonction des différents groupes de pêcheurs. La régression linéaire multiple a permis d'identifier les facteurs influençant le revenu net issu de l'activité de pêche. Les résultats montrent que l'activité de pêche est économiquement rentable. Le revenu net de l'activité de pêche diminue lorsque la probabilité pour que le pêcheur appartienne au groupe des pêcheurs exploitant les retenues d'eau dont les digues, les déversoirs et les cuvettes sont en très mauvais état augmente, et lorsque le pêcheur a pour activité secondaire l'artisanat. En outre, plus le nombre d'années d'expérience du pêcheur augmente, l'empoissonnement de la retenue d'eau est à la fois naturel et artificiel et que le pêcheur effectue des visites d'échange, alors le revenu net de l'activité de pêche augmente. Ces résultats suggèrent que les comités de gestion des retenues d'eau doivent travailler pour l'entretien régulier des retenues d'eau et les services de vulgarisation doivent organiser avec les groupements de pêcheurs plusieurs visites d'échange vers les centres plus expérimentés pour espérer un impact positif sur le revenu des pêcheurs.

Mots-clés : Pêche, facteurs déterminants, revenu net, retenues d'eau, Nord-Bénin

INTRODUCTION

Fish is an important source of protein that contains essential amino acid mostly lacking in plants (Lawal, 2002; FAO, 2016). It is relatively cheaper, making it the main source of animal protein in most third world countries (FAO, 2018). In Bénin, fish contributes up to 5.5% of total protein and 31.9% of animal protein consumption (FAO, 2016). On the economic regard, Beninese fisheries sub-sector represents 11% of agricultural Gross Domestic Product (GDP) and 3% of national GDP. It provides about 600,000 jobs to 15% of the active population (MAEP-DPH, 2013). However, many years ago, a decline in fish production has been observed, making fish products supply fails to cover national demand (MAEP-DPH, 2013). For instance, national fish production is 44,340 tons in 2013, while the requirement is estimated at 113,000 tons per year (Rurangwa *et al.*, 2014). To be able to meet this deficit, the country imports frozen fish estimated at 153,000 tons (INSAE, 2016). However, it is well established that to conserve the country's foreign exchange earnings, there is need to vastly reduce the share of food imports especially those that can be produced locally (Unongo, 2010). Therefore, there is a clear need to increase Bénin fish production in order to reduce the importation. To address this issue, Bénin Government chooses to promote continental aquaculture and improve the management of fisheries resources such as water bodies (rivers, lakes, lagoons, water reservoirs). Northern Bénin that includes Alibori, Borgou, Atacora, Donga and Collines departments (MAEP-JICA, 2009; JICA-MAEP, 2017) disposed to more than 243 water reservoirs exploited by small-scale fishermen (Azonsiet *al.*, 2008). This number represents up to 97.2% of the total water reservoirs available in the country (Azonsi *et al.*, 2008) and provide up to 60% of fresh fish consumed annually in northern Bénin (ImorouToko *et al.*, 2011). However, the sustainable management of fishery systems may not be achieved without a proper assessment of the economic viability of the sector (Setsoafiaet *al.*, 2017). Few research works focused on economic analysis of the fishery sector in West Africa (Inioni and Oyaide, 2007; Anyanwu *et al.*, 2009; Adewumi *et al.*, 2012) indicated that the small-scale capture fisheries are profitable and can be influenced by several factors. This kind of fishing is the predominant in tropical developing countries and involves the harvesting of naturally existing stocks with artisanal inputs (Matthew, 2001). But, unfortunately, in Bénin, scientific works focused on the economic and financial performance of the capture fishery production that provides the great part of fish products consume by population (MAEP-DPH, 2013) are rare. The present study is thus conceived to fill this lake of knowledge. It aims to analyse the profitability of capture fishery and identifying factors that affect the net income from fishing activity in the northern Bénin water reservoirs grouped into homogenous clusters. Findings from this research would allowed decision-makers to know factors on which they have to act in order to improve fishermen's incomes.

MATERIALS AND METHODS

Research area and data collection

Surveys were conducted in Collines, Borgou and Alibori departments that have the most important part (72.33%) of northern Bénin water reservoirs (Azonsi *et al.*, 2008). Data were collected using individual questionnaire, focus-group and direct observation. Classification of 28 water reservoirs (6 in the Collines, 10 in the Borgou and 12 in the Alibori) was carried out based on their characteristics such as state of the dike, state of the weir, and state of the bowl, level of floating vegetation and level of crop production around the reservoir. Modalities of each state characteristic were selected with the

support of the agents of the ex SCDA ("Secteur Communal pour le Développement Agricole") in each of the three communes chosen per department. In order to simplify the study, the nine communes were categorized using the intensity of agricultural and livestock production as criterion into three sub-zones: North-south (communes of Savè, Ouessè and Tchaourou), North-centre (communes of N'Dali, Bembèrèkè and Nikki) and North-north (communes Gogounou, Kandi and Banikoara). In addition, demographic and socio-economic data were collected from three fishermen per water reservoir giving a total of 84 fishermen considered in this study.

Data processing and statistical analysis for the grouping of water reservoirs in homogenous clusters

Data were subjected to a Multiple Correspondence Analysis (MCA) followed by a Hierarchical Ascendant Classification (HAC) under R-3.4.3 statistical software (R Development Core Team, 2017) with the extension FactoMine R (Le *et al.*, 2008).

Analysis of the profitability determinants of fishing activity

Net income, demographic and socio-economic data from fishermen included in the different categories of water reservoirs were used to analyze the determinants of fishing activity.

Theoretical approach

The producer rationality theory was used in this research. It stipulates that farmers must choose the combination of agricultural inputs (labor, capital) where marginal incomes are equal to marginal costs for all enterprise alternatives (Guerrien, 1993). According to Arrow (1973), producer innate individual characteristics, namely his sex, age, education level, experience in activity, managerial ability, and social and economic environment, are important factors in influencing agricultural productivity. The producer's income is therefore a function of his own characteristics and those of his environment.

Net income determinants modeling

Net income (NI) from fishing activity is defined as the difference between gross product (GP) and charges. It is expressed in FCFA / fishing cycle by the following formula (Yabi *et al.*, 2012): $NI = GP - \text{charges}$.

Charges correspond to all expenses related to the fishing activity and not necessarily related to the volume of production. These are mainly investment expenses. In this research, expense item regroups net depreciation, which is determined by applying a straight-line depreciation rate to the net acquisition value, taxes paid to municipality, taxes paid to water reservoir management committee, participation to water reservoir state maintenance, contribution to water reservoir reparation and transportation costs from the fishing place to the sale place.

If NI is positive, then the activity is economically profitable. The gross product therefore makes it possible to cover all charges. If NI is negative, then the activity is not economically profitable.

An analysis of the variance (ANOVA) using Fisher's F-test, in SPSS 21 IBM software, was performed to compare the average gross product, charges and net income between the fishermen groups at 5% level (P). Bonferroni's test was performed for multiple averages comparison for each profitability indicator.

According to producer rationality theory defined above, net income is a function of the fisherman's own characteristics and his environment. Thus, in addition to the previous calculations, an econometric regression made it possible to determine the factors that could affect the previously calculated net income. This regression is stated as follow:

$Nli = f(ECi, Zmi, ei)$, where $Nli = i$ fisherman net income, $ECi =$ characteristics of the social and economic environment of the fisherman (sub-zone, fishermen group), and $Zmi =$ demographic and socio-demographic factors (years of fishing experience, number of household members involved in maintaining water reservoir in good state, fisherman level instruction, handicraft as a secondary activity, stocking of water reservoir with both natural and artificial fish, participation of fisherman to exchanges visits). The dependent variable Nli and the quantitative independent variables, namely years of fishing experience, number of household members involved in maintaining water reservoir in good state have been linearized to make normal their distribution. The fisherman specific characteristics are likely to influence his group. There is therefore an endogenous problem that arises. To correct this problem, the predicted probabilities of fishermen groups were estimated before being introduced into the regression model. The ei are the error terms. Using ECi and Zmi coefficients and

their significance degree, factors affecting the net income were deducted and the degrees of their effects were estimated. Estimates were made using STATA 13 software. Robust estimation methods were used to correct any variance heterogeneity.

RESULTS

Multiple Correspondence Analysis showed that the first two factorial axes had a total cumulated contribution to the total inertia of 55.37% (Table 1). This value of the contribution was enough for a good analysis of the information. Thus, these two axes on which all variables are represented were retained.

Table1. Cumulated contribution to the total inertia of the factorial axes

Factoriels axes	% of inertia	% Cumulated inertia
1	30.23	30.23
2	25.14	55.37

The figure 1 obtained from MCA and figure 2 obtained after HAC showed the projection of the modalities of different variables and the four groups of water reservoirs obtained respectively. The modalities which characterized best each group are encircled with the same color with the group (Figure 1 and Figure 2). The superimposition of these two figures makes it possible to define the state characteristics of each obtained water reservoir (Table 2).

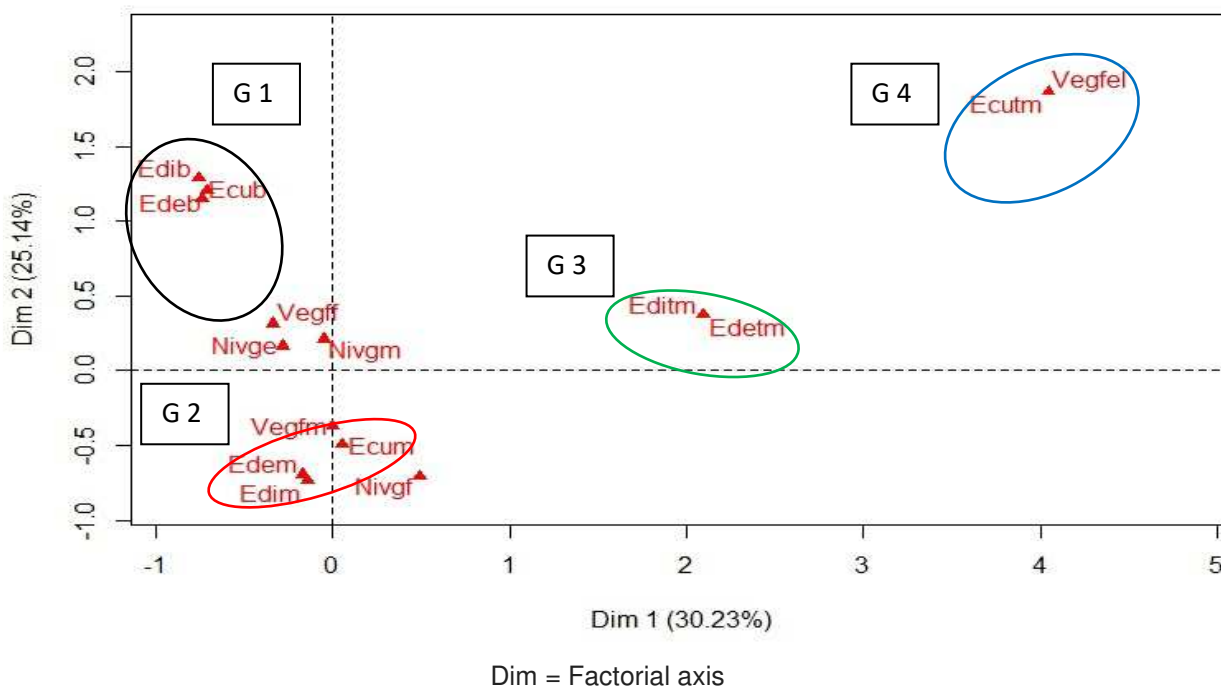
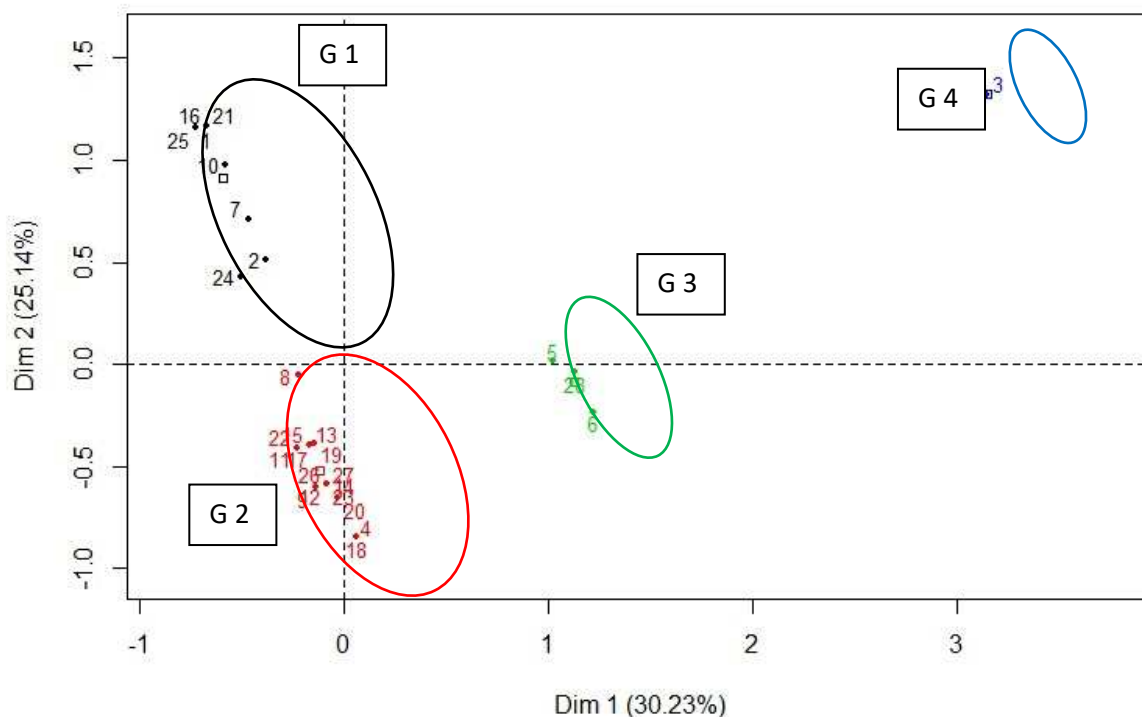


Figure 1. Projections of the modalities of the variables on factorial axes 1 and 2

Legends: Edib= Good dike; Edeb= Good weir; Ecub= Good bowl; Vegfm= Middle level of floating vegetation; Edem= Bad weir; Ecum= Bad bowl; Edim= Bad dike; Nivgf= Low level of crop production around the reservoir; Editm= Very bad dike; Edetm= Very bad weir; Ecutm= Very bad bowl; Vegfel = High level of floating vegetation.



Dim = Factorial axis

Figure 2. Grouping of water reservoirs into four classes

Legends: 1= Atchapka (SUCOBE); 2= Founfoun ;3= Gbédé ; 4= Bottiouégbo ; 5= Winra; 6= Sébou;7= Tchakparou; 8= Bahoukpo ; 9= Kori ; 10= Nikki (centre) ; 11= Tontarou ;12= Biro ; 13= Gnanhoun ; 14= Saorè ; 15= kpédarou ; 16= Kikinnin (daaru) ; 17= Ouéré ; 18= Sori ; 19= Kantakpara ; 20= Fanan ; 21= Tissarou ; 22= Sinanwongourou ; 23= Gambanè ; 24= Bénin ; 25= Batran ; 26= Ounet ; 27= Tintimou and 28 = Atambenou.

Table 2. Obtained groups and their characteristics

Obtained groups	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Characteristics	Group of 7 water reservoirs with good dike, good state of the bowl and good state of the weir	Group of 17 water reservoirs characterized by a bad dike condition, poor condition of the bowl and poor state of the weir	Group of 3 water reservoirs characterized by a very bad dike state and a very bad weir state	An exceptional group composed by only water reservoir which has particular characteristics compared to all the other studied water reservoirs. Indeed, it has a bowl in a very bad state and its surface is still invaded by floating vegetation

Profitability indicators of fishermen from the obtained groups

In Table 3 was presented the average of profitability indicators. In the following analyses, group 4 was not taken into account because of its low representativeness.

Gross product

The results in Table 3 showed that Group 1 fishers have per year, a gross product value estimated at 480,100 FCFA. This value was higher than that of group 2 and group 3, which respectively had a gross product estimated at 226,992 FCFA and 179,866 FCFA per year. In addition, the Fisher test performed was globally significant at 5%. Bonferroni's test showed that there was a significant difference of the average gross product between Group 1 and group 2.

Charges

Table 3 show that Group 1 charges was annually estimated at 25,069 FCFA. This value was higher than that of Group 2 and Group 3, which respectively had an estimated charge of 9,284 FCFA and 7,641 FCFA per year. In addition, the Fisher test performed was globally significant at the 5%. The Bonferroni test showed that there was a significant difference between the average charges related to fishing activity between groups 1 and 2 on the one hand and between groups 1 and 3 on the second hand.

Net income

The Group 1 fishermen had an annual net income of 455,030 FCFA (Table 3). This net income was higher than those of groups 2 and 3, which are respectively estimated per year at 217,707 FCFA and 172,225 FCFA. In addition, Fisher's test performed was globally significant. The Bonferroni test showed that there was a significant difference between the average net income between group 1 and group 2.

Table3. Average profitability indicators (PBV, Expenses, RN) by fisher group

Variables	Fishermen's groups (G)	Number	Average (FCFA/year)	Standard Deviation
GP	Group 1	21	480,100	634,155.984
	Group 2	51	226,992.5	286,072.039
	Group 3	9	179,866.6667	62,183.1508
	Total	81	292,576.6667	415,676.034
	Fisher's test	F=3.708; ddl1=2; ddl2= 81; P= 0.029		
	Bonferroni's test	Between G1 and G2, P=0.042; G1 and G3, P=0.114; G2 and G3, P=1		
Charges	Group 1	21	25,069.4444	23,260.1688
	Group 2	51	9,284.7222	15,211.4007
	Group 3	9	7,641.6667	7,256.90371
	Total	81	13,559.9206	18,489.7104
	Fisher's test	F=7.587; ddl1=2; ddl2= 81; P= 0.001		
	Bonferroni's test	Between G1 and G2, P=0.001; G1 and G3, P=0.016; G2 and G3, P=1		
Net income	Group1	21	455,030.5556	626,472.793
	Group 2	51	217,707.7778	277,252.696
	Group 3	9	172,225	61,058.7069
	Total	81	279,016.746	406,890.049
	Fisher's test	F=3.388; ddl1=2; ddl2= 81; P= 0.039		
	Bonferroni's test	Between G1 and G2, P=0.040; G1 and G3, P=0.140; G2 and G3, P=1		

Determinants of fishing activity economic profitability

The results of the regression model are summarized in Table4. The estimated model was globally significant at the statistical threshold of 1% (Probability <0.01). The explanatory power of this model was 42.78% (Table 4). Thus, more than 42.78% of the variations observed in the fishing activity net income value can be explained by the explicative variables introduced in the model.

As a result, years of fisherman experience, stocking of water reservoir with both natural and artificial fish modes, participation to exchanges visits are positively and significantly correlated with fishing activity net income. The probability that fisherman belongs to group 2 (fishermen using water reservoirs with a bad dike condition, poor condition of the bowl and poor state of the weir), had

handicraft as a secondary activity, are negatively and significantly correlated with fishing activity net income. The other explicative variables were not significant effect with fishing activity net income.

Table 4. Determinants of fishing activity economic profitability in northern Bénin water reservoirs

Explicative variables	Average (Standard Deviation)/ Percentage	Model	
		Coefficient	Probability
Probability that fisherman belongsto group 1	-	-0.404 (0.74)	0.591
Probability that fisherman belongsto group 2	-	-1.41 (0.75) *	0.068
Probability that fisherman belongsto group 3	-	0.93 (1.16)	0.426
Any instruction level(1=Yes, 0=No)	21.4%	-0.27 (0.25)	0.271
Instruction in secondary level (1=Yes, 0=No)	15.15%	-0.31 (0.28)	0.271
Years of fishermanexperience ln	2.74 (0.49)	0.06 (0.023) **	0.014
Handicraft as a secondary activity (1=Yes, 0=No)	15.5%	-0.85 (0.28) ***	0.004
stocking of water reservoir with both naturaland artificial fish	86.9%	0.95(0.55) *	0.094
Number of fisherman household members involved in maintaining water reservoir in good state ln	0.23 (0.37)	-0.29(0.38)	0.447
Participation of fisherman to exchangesvisits (1=Yes, 0=No)	66.7%	0.62 (0.31) **	0.046
North-north sub-zone(1=Yes, 0=No)	42.9%	-0.14 (0.38)	0.706
North-centre sub-zone(1=Yes, 0=No)	35.7%	0.24 (0.37)	0.509
Constant	-	11.8 (0.43)	0.000
Observations			81
Probability			0.0001***
R2			0.4278

-: not applicable;ln: logarithmic transformation; *, **, ***: respectively significant at 10%, 5% and 1%

DISCUSSION

Considering their state characteristics, we classify water reservoirs located at different communes in northern Bénin in homogeneous groups. Results show four different groups of water reservoirs. This mean that the level of utilization of these structures depend on the communes. The fact that most of the studied water reservoirs are undergoing degradation indicates a high pressure from human activities on them(Chabi, 2012;Ogou, 2012). The analysis of profitability indicators basically shows that fishing activity is profitable and net incomes are relatively high as reported by Adam Sanni (2011). FAO (2001) has already reveal that capturefisheries is an economically and financially viable undertaking whichgenerates sufficient revenue to cover the cost of depreciation as well asopportunity cost of capital. But this result is contrary to Unongo (2010) findings which reveal that the profit generated by artisanal fishing in Guma local government area of Benue State of Nigeria is very generally low. He explains this situation as a result of themain following constraints: high cost of fishing gears, depletion of fish stocks and absence of processing facilities. The present study reveals that charges supported by fishermen are relatively low. This can explain by the fact that the scale fishing is a fishery sector with low inputs, low operating costs, low technological applications, use of family labor and weak fish distribution networks (Tobor, 1990). We found that fishermen of Group 1 have a higher gross product compared to those of Group 2 and Group 3. This result explains by the fact that water reservoirs used by fishermen of Group 1 have dikes and weirs in good condition. This can have a positive influence on the water reservoirs productivity and consequently on gross product. Similarly, fishermen in Group 1 have relatively higher charges than those of Groups 2 and 3. This is related to the fact that fishermen of Group 1 participate financially to the management committee's functioning and to the water reservoirs maintenance in good condition. We also found that Group 1

fishers have a higher net income than Group 2 and Group 3 fishers. Despite the highest of charges supported by Group 1 fishermen, they have the highest net income compared to the two others groups. It is due to the fact that number of fishing months per year is higher in Group 1 than Groups 2 and 3. This has a positive influence on the quantity of fish catch and, in return, on the obtain net income. The objective of this study is to identify the factors that influence net income from fishing activity in northern Bénin water reservoirs. We find that the positively correlated variables with net income are years of fisherman experience, stocking of water reservoir with both natural and artificial fish, participation of fisherman to exchanges visits. It is because, according to Unongo (2010), experience allows fisherman to improve his ability to catch a relatively large number of fish and in turn increases his net income. Also, artificial fish stocking contributes to an increase of fish stock in water reservoir. Thus, fish are available over a long period and the probability of capture by fishermen increases. In the same way, the exchanges visits allow the fishermen to know other fishing techniques and to strengthen their fishing capacities. In contrary, our results demonstrate that belonging to the group of fishermen exploiting water reservoirs having bad dike condition, poor condition of the bowl and poor state of the weir, years of fishing activity experience and having handicraft as a secondary activity are negative determining factors of fishing net income. This result can be explained by the fact that fishermen who have handicraft as a secondary activity spend less time for fishing. In fact, according to the rationality theory fishermen must choose the combination of factors where marginal incomes are equal to marginal charges for all alternatives (Guerrien, 1993).

CONCLUSION

In northern Bénin, water reservoirs are undergoing degradation and its level varies one commune to another. The assessment of the determinants of economic profitability of fishing activity in these aquatic environments shows that this activity is profitable whatever the state of water reservoirs. Years of fisherman experience, stocking of water reservoir with both natural and artificial fish, participation of fisherman to exchanges visits are positively and significantly correlated with fishing activity net income. We suggest that, in order to hope for a high income from fishing activity and permit their sustainable development for providing high value protein resources to the population, projects and programs wanting to intervene in this sub-sector must take these factors into account and avoid the factors that influencing negatively the net income.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors profoundly thank fishermen who participated in the surveys and all people who have contributed to significantly improve the manuscript.

REFERENCES

- Adam Sanni, M., 2011 : Valorisation piscicole des retenues d'eau de la commune de Banikoara (Nord-Est Bénin) : Potentialités et limites. Thèse d'Ingénieur Agronome en Sciences et Techniques de Production Animale, Université de Parakou, Parakou, Bénin. 81p.
- Adewumi, M.O., O.E. Ayinde, A.H. Adenuga, S.T. Zacchaeus, 2012 : The profitability analysis of artisanal fishing in Asa River of Kwara state, Nigeria. *International Journal of Development and Sustainability*, 1 (3), 932-938.
- Anyanwu, D.C., M. Mkpado, C.C. Ohaka, 2009: Economic analysis of artisanal fishing at River Niger Onitsha, Anambra State, Nigeria. *Agro-Science*, 8 (3), 175-179.
- Arrow, K.J., 1973: Higher education as a filter. *Journal of Public Economics*, 2, 193-216.
- Azonsi, F., A. Tossa, M. Kpomasse, F. Lanhoussi, A. Zannou, A. Gohoungossou, 2008 : Atlas hydrographique du Bénin : système de l'information sur l'hydrographie. Direction Générale de l'eau, Cotonou, Bénin. 22 p.
- Chabi, S., 2012 : Etude des potentialités socioéconomiques et piscicoles des retenues d'eau dans le nord Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome en Sciences et Techniques de Production Animale, Université de Parakou, Parakou, Bénin. 77 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2001: Fishery Statistics Capture Production. Year book 92/1 Rome.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2016: La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224p.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2018: World Aquaculture Performance Indicators (WAPI) – Fish Consumption Module (WAPI-FISHCSP v.2018.1). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2018. www.fao.org/fishery/statistics/software/wapi/en
- Guerrien, B., 1993 : L'économie néoclassique, collection Repères, La Découverte. 250p.
- Imorou Toko, I., J.A. Yabi, M.N. Assogba, M. Adam Sanni, A.H. Elègbè, 2011 : Evaluation des potentialités piscicoles et socioéconomiques des retenues d'eau pastorales dans la commune de Banikoara (Nord- est du Bénin). *Annales de l'Université de Parakou Série Sciences naturelles-Agronomie*, 92 -119.

Inioni, O.E., Oyaide, W.J., 2007: Socio-Economic Analysis of Artisanal Fishing in the South AgroEcological Zone of Delta State, Nigeria. *Agricultural Tropical ET Subtropical*, 40 (7), 135-149.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2016 : Statistiques du Commerce Extérieur - Bulletin Trimestriel- Quatrième Trimestre 2016. Cotonou. 89 p.

JICA-MAEP (Agence Japonaise de Coopération Internationale -Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2017 : Projet de Vulgarisation de l'Aquaculture Continentale en République du Bénin Phase 2 (PROVAC-2) : Programme d'exécution (1^{ère} année). Cotonou, 103 p.

Lawal, W. L., 2002: An Economic Analysis of Fish Culture in Benue State. Thesis of Federal University of Agriculture Makurdi, Nigeria. p3-12.

Le S., J. Josse, F. Husson, 2008: Facto MineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. <http://www.jstatsoft.org>

MAEP-DPH (Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche-Direction de la Production Halieutique), 2013 : Programme de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (PDPA). Cadre Programmatique du Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole. Cotonou. 100 p.

MAEP-JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale), 2009 : Eude de la promotion de l'aquaculture continentale pour le développement rural en République du Bénin : rapport final, Direction de la Production Halieutique, Cotonou. 151 p.

Mathew, S., 2001: Small-Scale Fisheries Perspectives on an Ecosystem-based Approach to Fisheries Management. Paper presented at the Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem, Reykjavik, Iceland.

Ogou, A.J., 2012 : Valorisation piscicole des retenues d'eau pastorale dans la commune de N'Dali. Mémoire de Licence Professionnelle en Pêche et Aquaculture, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin. 40 p.

R Development Core Team, 2017: R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.

Rurangwa, E., J. van den Berg, P.A. Lalèyè, A.P. van Duijn, A. Rothuis, 2014 : Mission exploratoire Pêche, Pisciculture et Aquaculture au Bénin. Un quick scan du secteur pour des possibilités d'interventions. IMARES report C072/14LEI report 14-049 (IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies). 70p.

Setsoafia, D.E., P. Owusu, G. Danso-Abbeam, 2017: Estimating Profit Efficiency of Artisanal Fishing in the Pru District of the Brong-Ahafo Region, Ghana. *Advances in Agriculture*. 7p. <https://doi.org/10.1155/2017/5878725>

Tobor, J. G., 1990: The Fishing Industry in Nigeria": Status and Potential Self Sufficiency in Fish Production. National Institute for Oceanography and Marine Research (NIOR) Victoria Island, Lagos, Technical paper, 54, 2-10.

Unongo, T., 2010: Economic Analysis of artisanal fishing enterprises in Guma local Government area of Benue State, Nigeria. Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of Master of Science (MSc) in agricultural economics, Department of agricultural economics, University of Nigeria Nsukka, Nigeria. 78 p.

Yabi, A. J., A. Paraïso, R. Yegbemey, P. Chanou, 2012 : Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, N° spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales, 1-12.