AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Efficience des ressources et efficacité economique des fermes piscicoles au sud-est de la Côte d'Ivoire

Christian Aboua

Invited paper presented at the 5th International Conference of the African Association of Agricultural Economists, September 23-26, 2016, Addis Ababa, Ethiopia

Copyright 2016 by [authors]. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

Efficience des ressources et efficacité economique des fermes piscicoles au sud-est de la Côte d'Ivoire

Christian Aboua

Doctorant, Chercheur, Université Felix Houphouet Boigny, Côte d'Ivoire, E-mail: christy.aboua@yahoo.fr
Centre Ivoirien de Recherche Economique et Sociale CIRES

Papier soumis pour présentation à la 5ieme Conférence Internationale de l'Association Africaine des Economiste Agricoles.

Résumé

En utilisant la méthode du DEA et l'analyse coût-bénéfice, cette étude analyse l'efficience des ressources et l'efficacité économique de 32 fermes piscicoles au Sud-est de la Côte d'Ivoire. Les résultats ont montré que, les scores moyens d'efficacité technique et économique sont respectivement de 0,575 et 0,553. Il existe une relation positive entre l'efficacité technique et l'efficacité économique, indiquant que les fermes qui produisent efficacement sont susceptible de tirer un maximum de revenu. Les fermiers piscicoles formés utilisant l'aliment industriel sont les plus techniquement et économiquement efficaces. Suivent ensuite, les pisciculteurs non formés qui reformulent eux-mêmes les aliments dont le niveau d'expérience est élevé. En analysant l'efficience des ressources à travers l'optimisation des ressources, les résultats ont indiqué que les fermes piscicoles génèrent des gaspillages dans l'utilisation des ressources, Aliments, Alevins, Eau et Terre. Par contre, une gestion optimale visant simultanément une minimisation dans l'utilisation des ressources et une maximisation de la production, pourrait permettre d'accroitre la production de 16,18%. Enfin, l'analyse coût-bénéfice a montré que, en moyenne, les fermes piscicoles réalisent une marge brute et nette positive. Les résultats révèlent l'importance du rôle des gouvernements dans l'accès des pisciculteurs, aux aliments et alevins de qualité. Promouvoir et soutenir la recherche dans la formulation de l'aliment local disponible à moindre coût, favoriser et renforcer la coopération avec les partenaires privés du secteur afin de permettre aux services de vulgarisation et d'encadrement, de s'approprier des nouvelles techniques de production et de les diffuser aux aquaculteurs, sont les principales recommandations de l'étude.

Mots clés : Efficacité Economique, Efficience des ressources, Rentabilité, Pisciculture, Côte d'Ivoire

Resource Efficiency and Economic Efficiency in Fish Farming in the South-east of Côte d'Ivoire

Abstract

Using DEA model and cost-benefit analysis, this study analyzes resource efficiency and economic efficiency of 32 fish farms in the South-eastern Côte d'Ivoire. Results showed that the mean scores of technical and economic efficiency are respectively 0.575 and 0.553. There is a positive relationship between technical efficiency and economic efficiency, indicating that the farms that produce efficiently are likely to generate maximum revenue. Trained fish farmers using industrial food are the most technically and economically efficient, followed by untrained fish farmers with high level of experience who reformulate themselves their fish feed. The results of resource efficiency indicated that fish farms generate waste in the use of resources (feed, fingerling, water and land).On the other hand, the optimal management simultaneously to a minimization in the use of resources and maximization of production could help to increase production level of 16.18%. Finally, the cost-benefit analysis showed that, on average, fish farms achieve a positive gross and net margin. The results show the important role of governments in fish farmer's access to feed and fingerlings. Promote and support research in the formulation of local feed available at lower costs; strengthen cooperation with private sector partners to enable extension and support services, to appropriate new production techniques and disseminated to farmers, are the main recommendations of the study.

Keywords*: Economic Efficiency, Resource Efficiency, Profitability, Fish farming, Côte d'Ivoire*

1. Introduction

Une exploitation durable des ressources aquacole pourrait dépendre de l'utilisation efficiente des moyens de production. Selon la FAO, un bon nombre de ressources sont utilisées dans l'aquaculture, à savoir : l'eau, la terre, les alevins, les géniteurs et les ingrédients alimentaires. L'amélioration de l'efficacité de la gestion de ces moyens de production est nécessaire pour assurer une production durable de poisson et une rentabilité économique à long terme. Récemment, au cours de la huitième session du sous-comité de l'aquaculture en faveur de l'initiative de la croissance bleue, qui s'est en Octobre 2015 au Brésil, la FAO a reconnu l'importance du développement de l'aquaculture et de ses contributions potentielles à l'amélioration des moyens d'existence et des économies de nombreux pays. Au cours de cette session, il a été noté que, l'initiative en faveur de la croissance bleue a pour objectif de promouvoir une gestion plus saine et plus efficiente des ressources afin d'améliorer l'efficacité environnementale et sociale de la production de poisson, en se concentrant sur l'intégration responsable des activités de développement et de gestion axées sur l'eau.

La Côte d'Ivoire, en particulier, a manifesté son intérêt depuis l'époque coloniale pour le développement de l'aquaculture, en consentant un effort important dans la recherche aquacole. Les atouts naturels du pays pour la pratique de l'aquaculture se caractérisent par son ouverture sur l'océan atlantique et les eaux continentales. Près de 60% de la partie du territoire ivoirien est desservie par un système d'eau en permanence (MIPRAH, 2003)[1]. La contribution de l'aquaculture à la production nationale de poisson en Côte d'Ivoire est encore marginale. Elle représente environ 2% malgré un réel potentiel disponible dans le pays (MIPRAH, 2007). Elle est pratiquée par des exploitations à petites et moyennes échelles. Dans la pratique, les exploitants combinent les aliments et alevins dans des étangs d'eaux. Il est nécessaire que les pisciculteurs utilisent à bon escient ces ressources et adoptent de bonnes pratiques de production, afin d'améliorer la productivité et la production aquacole.

Cependant, plusieurs contraintes ont été identifiées comme un frein au développement de l'aquaculture, selon le Plan Stratégique de Développement de l'Elevage, de la Pêche et de l'Aquaculture (PSDEPA 2014-2020) en Côte d'Ivoire. Il s'agit notamment: (i) de l'indisponibilité d'alevins de qualité et en quantité ; (ii) du manque d'aliments de qualité et en grande quantité pour les poissons ; (iii) la formulation inappropriée des aliments ; (iv) la non maîtrise des technologies de fabrication des aliments ; (v) la gestion inappropriée de l'eau ; (vi) du faible niveau de préparation technique des aquaculteurs ; (vii) du manque de suivi technique par des vulgarisateurs expérimentés ; (viii) de l'inaccessibilité aux crédits ; (ix) de la mauvaise organisation du secteur, etc. L'aliment constitue le facteur de production important dans l'élevage de poisson. Les pisciculteurs utilisent soit l'aliment industriel, soit l'aliment reformulé par eux-mêmes à partir de sous-produits agricoles ou de restes alimentaires. Le coût de l'aliment industriel étant élevé et inaccessible pour la majorité des exploitants, l'aliment reformulé par eux-mêmes est parfois de faible qualité. Tout ceci peut affecter la productivité et entrainer des pertes économiques importantes liées à la mauvaise qualité, au faible poids des poissons et un taux de mortalité élevé.

[1] Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques

Cette étude analyse l'efficience de l'utilisation des ressources et l'efficacité économique de la pisciculture au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Spécifiquement, nous estimons les scores d'efficacité technique et économique à l'aide du modèle DEA. Par la suite, nous analysons l'efficience des ressources à partir de l'optimisation des modèles DEA selon trois scenarios (le modèle orienté input, le modèle orienté output et le modèle basé sur les écarts). Enfin, nous déterminons la rentabilité de l'activité piscicole à l'aide de la technique budgétaire (Analyse coût-bénéfice).

Cette étude souhaite contribuer à la littérature existante sur l'analyse de l'efficacité productive et de la rentabilité de l'aquaculture et de formuler des recommandations pour le développement de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Il existe une importante littérature sur l'analyse économique de l'aquaculture en Afrique Sub-Saharienne, au niveau des exploitations individuelles à petites, moyennes et grandes échelles. Le Nigeria et le Ghana ont porté beaucoup plus d'attention à ces études. Connaitre le niveau de performance de la production aquacole au niveau des exploitations et ses déterminants, pourraient être utile pour les décideurs afin de développer des politiques qui assureront la viabilité et la durabilité de l'aquaculture.

Le reste de l'étude est organisé comme suit. La section 2 fait un état des lieux de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. La section 3 présente les approches méthodologiques utilisées. La section 4 décrit les données et la zone de l'étude. Les sections 5 et 6 concernent respectivement les résultats et leurs discussions. La dernière section conclut l'étude.

2. Etat des lieux de l'aquaculture en Côte d'Ivoire

Cette section présente un état des lieux de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Elle met en exergue les atouts et acquis dont dispose la Côte d'Ivoire pour la pratique de l'aquaculture, la politique de développement de l'aquaculture, la performance actuelle de la production et les nouvelles orientations de développement du secteur.

2.1. Les atouts et les acquis

Les atouts de la Côte d'Ivoire pour la pratique de la pisciculture se caractérisent par son ouverture sur l'océan atlantique et les eaux intérieures. Le pays possède des sites aquacoles considérables, dont 150 000 ha de lagunes, 350 000 ha de lacs et nombreux bas-fonds propices à l'implantation d'exploitations aquacoles à haut rendement (FIRCA, 2013). La pisciculture est pratiquée sur tout le territoire ivoirien, à l'exception du Nord-Est et du Nord-Ouest où, il n'existe pas de structures de production conventionnelles. En 2005, le Sud restait la zone où la production est importante avec 82,34 % de la production totale soit 713,125 tonnes, suivie du Centre Ouest 14,43 % soit 125 tonnes et de l'Est avec 3,23 % soit 28 tonnes (MIPARH, op.cit). En effet, l'aquaculture n'est pas une nouvelle activité en Côte d'Ivoire. Depuis la période coloniale, l'Etat de Côte d'Ivoire l'a inscrit dans sa politique de l'autosuffisance alimentaire, avec l'appui des projets réalisés par les organisations internationales (partenaires techniques et financiers) et du secteur privé.

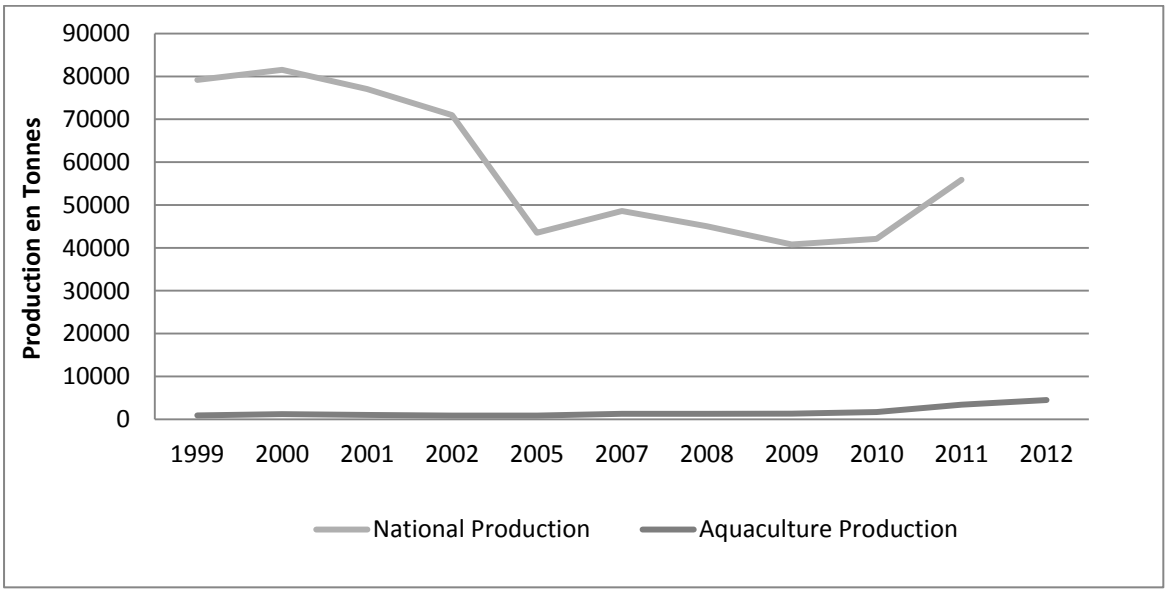
Cependant, à travers ces acquis, le secteur n'a pas connu de succès constant et le secteur fait face à plusieurs contraintes. Le Plan Directeur de la Pêche et de l'Aquaculture de 2009, a révélé que

plusieurs facteurs freinent le développement de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Il s'agit notamment: du faible niveau de préparation technique des aquaculteurs ; de l'absence de mécanisme de financement adapté à des initiatives individuelles et privées ; de l'inaccessibilité aux crédits ; du faible niveau de professionnalisation et d'autonomisation des acteurs ; du manque de disponibilité d'alevins de qualité et en quantité ; du manque d'aliments de qualité et en grandes quantités pour les poissons de la mauvaise organisation du secteur rendant difficile la commercialisation du poisson et du manque de suivi technique par des vulgarisateurs expérimentés.

2.2. La performance de la production aquacole

La production nationale provient des productions industrielles, soutenues par la pêche artisanale et l'aquaculture en eau douce et en lagune. Cependant, la contribution de l'aquaculture à la production nationale de poisson reste très marginale. Elle représente environ 2% malgré un réel potentiel disponible dans le pays (MIPARH, op.cit). Le niveau de la production était estimé à 1200 tonnes en 2000, elle a chuté à 866 en 2005, à cause de la crise socio-politique de 2002. En 2012, la production a augmenté et a été estimée à 4500 tonnes (MIRAH, 2014). La figure (1) ci-dessous montre que la production nationale halieutique baisse, tandis la production aquacole commence à augmenter légèrement (2007-2012).

Figure 1: Evolution de la production halieutique nationale et aquacole de 1999-2012, en tonnes



Sources : Construit à partir des données MIPRAH (2007, 2009), FAO (2008), (MIRAH 2014)

La production aquacole est composée de 90% de l'élevage de tilapia (Oreochromis Niloticus) et accessoirement de l'élevage de silures (Heterobranchus longifilis et Clarias gariepinus) et de machoirons (Chrysichthys nigrodigitatus) (MIPRAH, 2009). Ceci fait remarquer que seul le volet

pisciculture a pu se développer. Selon le MIPARH (2007), la pisciculture continentale (pisciculture en étangs et en bassins) représentait 61,8 %, soit 535 tonnes de la production piscicole totale contre 38,2 % pour la pisciculture lagunaire. Plusieurs systèmes de production sont pratiqués avec des rendements variés. Le système extensif (1 à 1,5 T / ha /an) ; le système semi-intensif (6 à 8 T / ha / an) ; le système intensif en étang (avec plus de 20 T / ha / an) et l'élevage en enclos en milieu lagunaire (40 à 100 T / ha / an).

2.3.Les nouvelles orientations de développement de l'aquaculture en Côte d'Ivoire

La situation actuelle montre que la consommation nationale de poisson est estimée à 320 000 tonnes / an pour une production locale moyenne de 42 102 tonnes en 2010 (FIRCA, 2013). Ces chiffres font remarquer la dépendance du pays vis-à-vis des importations qui peut être une menace pour la sécurité alimentaire. Au regard de la problématique de la sécurité alimentaire, le secteur des pêches et de l'aquaculture pourrait occuper une place stratégique. Les nouvelles orientations de l'Etat ivoirien pour le développement de l'aquaculture est de redynamiser le secteur aquacole afin d'améliorer la productivité, accroitre la production et assurer son développement durable. Selon le plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (MIRAH, 2014), les investissements qui seront faits dans le secteur de l'aquaculture permettront d'atteindre à l'horizon 2020, une production de 200 000 tonnes de poissons contre 1290 tonnes en 2007. Aussi, la contribution de l'aquaculture à la satisfaction des besoins nationaux en protéine halieutique passera de 0,47% en 2007 à 47,62% en 2020. A cet effet, des premiers efforts ont été consentis.

L'Etat de Côte d'Ivoire a signé une convention en décembre 2015, avec la République fédérale du Brésil pour des échanges de savoir-faire technique et technologique dans le domaine des pêches et de l'aquaculture. Pour le volet de l'aquaculture, le Centre national de recherche agronomique (CNRA) de Bouaké a reçu 3.200 alevins de tilapias Oreochromis Niloticus améliorés du Brésil, destinés à accroître la production nationale et à développer durablement l'aquaculture. De plus, un accent particulier a été mis sur le fonctionnement des stations aquacoles de Jacqueville et Mopoyem (Dabou) avec une production de 100 000 alevins de tilapias et de 25 000 alevins de machoirons.

Bien que l'intervention de l'Etat soit primordiale, les aquaculteurs, dans leurs processus de production doivent prendre des décisions qui leur permettent d'assurer une gestion durable et rentable de l'activité aquacole. Ce sont : l'utilisation efficiente des ressources et l'adoption de meilleures pratiques aquacoles. Quatre inputs essentiels sont combinés dans le processus de production, à savoir : les aliments, les alevins, l'eau, la terre. Pour améliorer la productivité, l'efficacité de la production et en même temps l'efficacité économique, les aquaculteurs doivent accroitre la production relativement à l'utilisation efficiente des inputs. Ceci entrainerait la réduction du gaspillage des ressources et les pertes dans la production. Ce sont ces aspects qui motivent la présente étude.

3. Méthodologies

Nous adoptons trois méthodologies. L'approche DEA est utilisée pour analyser l'efficacité économique et l'efficience de l'utilisation des ressources. Par la suite, l'analyse coût-bénéfice permettra d'apprécier le niveau de rentabilité de l'activité piscicole.

3.1. Les modèle DEA

Supposons que nous ayons n unités décisionnelles ($DMU_j : j = 1, 2, ..., n$) qui utilisent m d'inputs $x_{ij}(i = 1, 2, ..., m)$ pour produire s d'outputs, $y_{rj}(r = 1, 2, ..., s)$. y_{rj} est l'output r de l'unité décisionnelle j et x_{ij} représente l'input i de l'unité décisionnelle j. Selon Charnes, Cooper et Rhodes (CCR), l'efficacité relative h_{j_0} pour une unité de référence j_0 est déterminée par le modèle suivant (Voir, Charnes, et al., 1978):

Modèle 1: Modèles standards (primale et duale)

$$Maximiser \quad h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij_0}} \tag{1}$$

$$\text{Sous les contraintes} \quad \begin{cases} \dfrac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq \\ v_i \geq 0, \ u_r \geq 0, \quad i = 1, 2, ..., m \quad \text{et} \quad r = 1, 2, ..., s \end{cases}$$

v_i et u_r sont des vecteurs contenant des pondérations affectées respectivement à l'ensemble des quantités d'outputs et d'inputs. L'efficacité relative h_{j_0} d'une unité de production j_0 est définie comme le ratio de la somme pondérée des outputs rapportée à la somme pondérée des inputs. En introduisant les variables d'écart s^- et s^+, on transforme le programme de maximisation (forme primale) en un programme de minimisation (forme duale). La forme duale s'écrit comme ci-dessous :

$$Minimiser \ \theta \tag{2}$$

$$\text{Sous les contraintes} \quad \begin{cases} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_j^- \leq \theta x_{ij_0} \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_j^+ \geq y_{rj_0} \\ s^- \geq 0, \ \mathrm{s}^+ \geq 0, \ \lambda_\mathrm{j} > 0 \end{cases}$$

En ajoutant la contrainte $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$, on obtient le modèle BCC développée par Banker, Charnes et Cooper (Banker, et al., 1984) qui permet de capter les rendements d'échelle. θ est le score d'efficacité à estimer. Les variables d'écart s^- et s^+ représentent respectivement, les excès en inputs et aux déficits en outputs. Les λ_j sont des scalaires positifs. La solution optimale de la résolution ce programme est d'obtenir (θ^*, λ_j^*, s_j^{-*}, s_j^{+*}). Une unité décisionnelle j_0 est dite totalement efficace si $\theta^* = 1$, et $s_{j_0}^{-*} = 0$, $s_{j_0}^{+*} = 0$. Par contre, une unité décisionnelle est dite faiblement efficace si $\theta^* = 1$ et $s_{j_0}^{-*} \neq 0$, $s_{j_0}^{+*} \neq 0$. Si $\theta^* < 1$, l'unité décisionnelle est inefficace.

Modèle 2 : Modèle basé sur les écarts Tone (2001)

Le modèle basé sur les écarts développé par Tone (2001) est basé sur le modèle additif DEA. Il prend en compte les écarts (des inputs et outputs) dans la mesure de l'efficacité, à la différence des modèles standards. Le modèle basé sur les écarts peut être mesuré comme suit :

$$\underset{\lambda, s^-, s^+}{Min} \ \rho = \frac{1 - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} s_i^- / x_{i0}}{1 + \frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} s_r^+ / y_{r0}} \tag{3}$$

$$\text{Sous les contraintes} \quad \begin{cases} x_{ij_0} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_j^- \\ y_{rj_0} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_j^+ \\ s^- \geq 0, \ s^+ \geq 0, \ \lambda_j > 0 \end{cases}$$

ρ représente le score d'efficacité du modèle SBM-DEA et est compris entre 0 et 1. Ce ratio est défini comme le rapport du taux moyen proportionnel de réduction des inputs et le taux moyen proportionnel d'augmentation de l'output. s^- et s^+ représentent respectivement les excès dans l'utilisation des inputs et le déficit dans l'output. Une unité de production est SBM-efficace si $\rho = 1$, $s^{-*} = 0$ et $s^{+*} = 0$, c'est-à-dire aucun excès dans les inputs et déficit dans l'output, dans la solution optimale. Les scores d'efficacité du modèle SBM sont toujours inferieurs à ceux des modèles standards.

Modèle 3 : Efficacité économique (efficacité du revenu)

L'efficacité économique est obtenue par la résolution du programme de maximisation qui définit le rapport entre le revenu obtenu et le revenu maximum comme suit :

$$Maximiser \sum_{r=1}^{s} p_{rj_0} y_{rj_0} \quad (4)$$

$$\text{Sous contraintes} \quad \begin{cases} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + \leq x_{ij_0} \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{rj_0} \end{cases}$$

p_{rj_0} représente le prix de l'output r pratiqué par l'unité de production j_0 et λ_j est un scalaire positifs. Les prix peuvent varier d'une unité de production à une autre. La résolution de ce programme permet d'obtenir le couple optimal $\left(y_{rj}^*, \lambda_j^*\right)$. Les scores d'efficacité du revenu sont obtenus à partir du ratio suivant :

$$ER = \frac{\sum_{r=1}^{s} p_{rj_0} y_{rj_0}}{\sum_{r=1}^{s} p_{rj_0} y_{rj_0}^*} \quad (5)$$

Les scores d'efficacité du revenu sont compris entre 0 et 1. L'unité décisionnelle est dite économiquement si et seulement si $ER = 1$.

3.2.La rentabilité

La technique budgétaire qui implique l'analyse coût et bénéfice, est utilisée pour analyser le niveau de rentabilité des fermes piscicoles. La méthode est spécifiée comme suit :

Profit=TR-TC (6)

$$TR = P.Q \quad (7)$$

Où, TR représente le revenu total ; TC est le coût total ; P est le prix moyen de l'output et Q, la quantité totale de l'output produit. Les indicateurs de performance de la rentabilité sont les suivants : le profit brut et net; la marge de profit brut et net ; le retour sur investissement.

4. Données de l'étude

Les données utilisées proviennent d'une enquête réalisé par le Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS) en Côte d' Ivoire. Elles ont été collectées sur un échantillon exhaustif de 38 fermes piscicoles au Sud-Est[2] pendant une période de quatre semaines (de Janvier à Février) de l'année 2009. Cette zone a été choisie sur la base de son importance dans la production piscicole. Elle représentait la grande zone de production. Les données collectées sont de source primaire recueillie sur la base d'un questionnaire structuré. La collecte des données a concerné 6 villes dans cette zone : Aboisso, Agboville, Adzopé, Anyama, Bingerville et Dabou. Elle a porté sur un cycle de

[2] En annexe

production. Après une analyse des données, 6 pisciculteurs ont été exclus de l'étude pour raison de données manquantes. Ce qui réduit le nombre d'observations à 32 pisciculteurs.

Les fermes piscicoles sont concentrées dans les régions d'Abidjan et d'Agboville. On rencontre des fermes piscicoles de type artisanal et de grandes fermes industrielles. Le tableau (1) définit le nombre de fermes piscicoles par zone, le nombre d'étangs et la superficie totale occupée.

Tableau 1: Répartition des fermes piscicoles, Nombre d'étangs, superficie et production

Villes	Nombres de fermes piscicoles	Nombre d'étangs	Superficie (m2)	Pourcentage (%)	Production (Kg)	Pourcentage (%)
Aboisso	6	88	60535	9,50	14304	4,00
Adzopé	4	211	437485,7	68,10	76139	21,12
Agboville	8	106	77923	12,10	22394	6,22
Bingerville	6	255	13968	2,20	230935	64,00
Dabou	5	184	35917,4	5,60	8987	2,50
Anyama	3	42	16260	2,50	7750	2,15
Total	**32**	**884**	**642089,1**	**100,00**	**360509**	**100,00**

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

La description statistique des variables utilisées dans la présente étude est présentée dans le tableau (2). Quatre inputs et deux outputs sont utilisés pour analyser l'efficience des ressources et l'efficacité technique. *L'aliment* est considéré comme l'input essentiel dans l'élevage de poisson *(mesuré en kg*). Il concerne des produits industriels (IVOGRAIN et granulés) et des aliments reformulés à partir de sous-produits agricoles tels que : la farine de poisson; la farine de riz; le tourteau de coton; le son de blé et le pain. Sur l'ensemble des fermes enquêtées, 87,5% utilisent l'aliment conventionnel, 9% utilisent l'aliment conventionnel et l'aliment naturel et enfin 3% utilisent les restes alimentaires. On note aussi que, parmi ceux qui utilisent l'aliment conventionnel, 47% achètent l'aliment industriel, 44% reformulent l'aliment eux-mêmes et 9% combinent les deux types d'aliments (tableau 1). *La quantité d'alevins (mesurée en nombre). La terre* est la superficie totale des étangs (*mesurée en* m^2). *L'eau* est la quantité d'eau utilisée dans les étangs (*mesurée en* m^3). Les deux outputs sont *la quantité de poisson* produite (*mesurée en kg*) et *le poids moyen* des poissons *(mesurée en g*). La production de poisson dans la zone étudiée concerne les espèces suivantes : le Tilapia, le mâchoiron, et le silure qui représentent respectivement ; 97,6%, 0,7%, 1,7% de la production totale. Le « Tilapia » représente quasiment l'espèce produite.

Tableau 2: Description statistique des variables de l'étude

Variables	Moyenne	Max	Min	Ecart-type
Les Variables des Modèle DEA				
Ressources				
Aliment *en Kilogramme (kg)*	41 170,4	40 7898	1 440	89681,3
Alevins *(nombre)*	82 282,3	960 000	1 290	217 996,6
Terre *en mètre carré (m^2)*	20 367,5	359 150	1 060	62 749,4
Eau *en mètre cube (m^3)*	17 262,8	269 362,5	795	47424,9
Coûts				
Aliments *en FCFA*	66 333 388	90 000 000	0	16 300 000
Alevins *en FCFA*	138 437,5	1750 000	0	440 403,8
Main d'œuvre *en FCFA*	3 511 625	34 100 000	90 000	6 847 467
Equipements *en FCFA*	2 768 902	31 431 334	32 725	638 0591
Autres coûts *en FCFA*	1 101 005	11 400 000	20 000	2 274 926
Ouputs				
La quantité de poisson *en Kilogramme (kg)*	11 398,34	29 280,89	35	144 000
Le poids *en gramme (g)*	341,5	450	250	51,15
Prix				
Prix du Kilogramme de poisson *en FCFA*	1484,6	2000	1 100	211,9

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

Le tableau (2) détaille également les coûts des inputs et le prix de vente des poissons (prix du kg) qui permettent d'analyser l'efficacité économique. Les coûts concernent : les aliments, les alevins, la main d'œuvre, les équipements et les autres coûts. Les coûts et le prix sont mesurés en FCFA[3]. Le coût des équipements comprend les coûts de construction des étangs, cages, grand fils (sennes) et les coûts des accessoires utilisés par la ferme. Les autres coûts inclus les dépenses en transport, en énergie et des géniteurs. Enfin, le tableau (2) décrit les variables utilisées dans l'analyse des déterminants des efficacités. Il s'agit : l'âge du pisciculteur, l'accès à l'instruction, le nombre d'années d'expérience, son accès à une formation piscicole, la propriété de l'exploitation, le cycle de production, son accès aux services de vulgarisation, et le lieu de vente des poissons.

5. Résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats de l'efficacité économique, de l'efficience économique et de l'analyse coût-bénéfice.

5.1. Les scores d'efficacités

Nous utilisons les modèles (2), (3) et (4) pour estimer respectivement les scores d'efficacité technique et économique. Les résultats sont présentés dans le tableau (3).

[3] Le *franc CFA* (franc des Communautés Financières d'Afrique)

Tableau 3: Résultats des scores d'efficacité technique et économique

N°	Régions	Localité	Efficacité technique CCR (1)	Efficacité Technique SBM-DEA (2)	Efficacité économique Revenu (3)
1	Aboisso (6)	Aboisso	0,713	0,638	0,363
2		Befe	0,696	0,100	0,061
3		Aboisso	1	1	0,665
4		Mafere	0,642	0,217	0,681
5		Mafere	0,819	0,302	1
6		Mafere	0,606	0,315	0,258
7	Adzope (3)	Andé	0,049	0,041	0,118
8		De la mé	0,329	0,011	0,795
9		Bonauga	0,456	0,080	0,333
10	Agboville (8)	Anyama	1	1	0,358
11		Anyama	1	1	0,798
12		Rubino	0,550	0,250	0,242
13		Mutcho	1	1	0,843
14		Offoumpu	0,687	0,152	0,597
15		Azaguié	0,593	0,468	0,917
16		Azaguié	0,589	0,536	1
17		Azaguié	1	1	0,519
18	Anyama (3)	Anyama	1	1	0,452
19		Anyama	0,752	0,574	1
20		Anyama	0,233	0,186	0,226
21	Bingerville (7)	Adjin	1	1	0,527
22		Adjin	1	1	1
23		Adjintele	1	1	1
24		Akakro	0,663	0,381	1
25		Akakro	1	1	1
26		Achokoi	0,568	0,027	0,180
27		Achokoi	0,874	0,596	0,136
28	Dabou (5)	Dabou	0,204	0,151	0,050
29		Dabou	1	1	0,375
30		Dabou	1	1	1
31		Ira	1	1	0,534
32		Mopoyem	0,278	0,367	0,105
		Moyenne	**0,738**	**0,575**	**0,553**

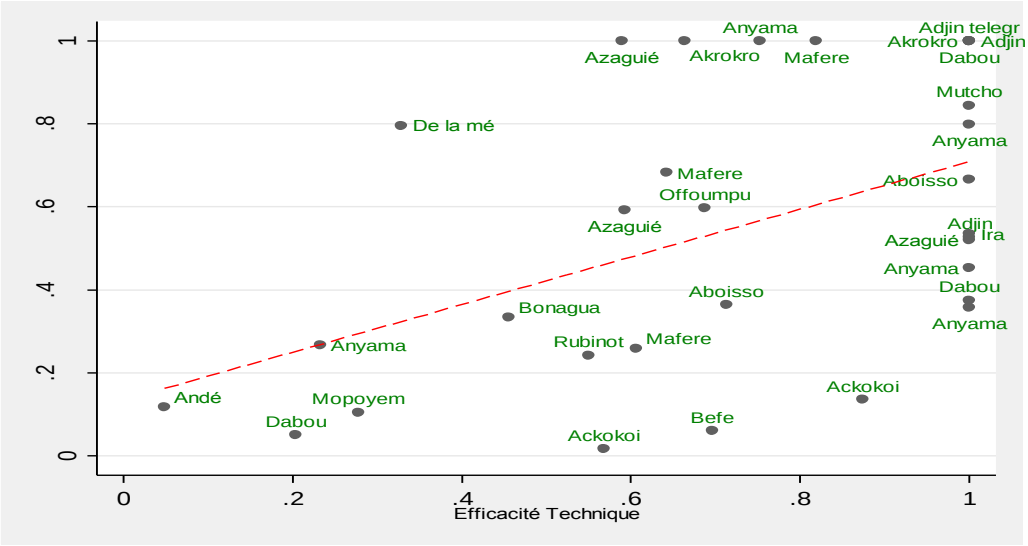
Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

Les résultats (1) et (2) sont les scores d'efficacité technique des modèles CCR et SBM-DEA, obtenus en utilisant la quantité d'aliments, le nombre d'alevins, la superficie des étangs et l'eau comme inputs, et la quantité de poisson produite et le poids des poissons comme outputs. Les résultats indiquent que, les scores d'efficacité moyens sont respectivement 0,738 et 0,575. Les scores d'efficacité du modèle CCR sont inférieurs à ceux du modèle SBM. Au total, environ 40% des fermes piscicoles sont CCR-efficaces et SBM-efficaces, avec un score d'efficacité égal à 1. Il s'agit des fermes (N°3) d'Aboisso, (N°10, 11, 13 et 17) d'Agboville, (N°18) d'Anyama, (N°21, 22, 23 et 25) de Bingerville et (N°29, 30 et 31) de Dabou.

Le résultat (3) donne les scores d'efficacité économique obtenu à partir du modèle (4). Dans ce modèle, la quantité de poisson produite est utilisée comme output (associé au prix) et les coûts des aliments, des alevins, de la main d'œuvre, des équipements et autres coûts sont utilisés comme inputs. Les résultats montrent que le score d'efficacité moyen est de 0,553. Au total, 25% de fermes piscicoles sont économiquement efficaces, à savoir, les fermes (N°5) de Dabou, (N°16) d'Agboville, (N°22, 23, 24 et 25) de Bingerville et la ferme (N°30) de Dabou. En considérant ces trois résultats, on constate que seules, les fermes Muctho, Adjin, Adjin télégraphe et Dabou sont à la fois, techniquement et économiquement efficaces.

La figure (2) examine la distribution spatiale en mettant en relation l'efficacité technique et l'efficacité économique. Elle montre une dispersion entre les fermes piscicoles, mais il existe une relation linéaire positive entre l'efficacité technique et l'efficacité économique. Cependant, cette relation positive est moins forte (voir la droite). Ce résultat signifie que les fermes piscicoles qui produisent efficacement sont susceptible de tirer un maximum de revenu.

Figure 2: Relation entre l'efficacité technique et l'efficacité économique



Les résultats montrent aussi que, près de la moitié des fermes piscicoles présentent des niveaux d'efficacité relativement faibles par rapport à celles efficaces. On constate également quelques observations aberrantes indiquant que des fermes piscicoles sont totalement techniquement efficaces (Resp. économiquement) et faiblement économiquement efficace (Resp. techniquement). On observe dans le sommet droit de la partie supérieur du graphique, les (04) fermes totalement efficaces.

Les résultats du tableau (4) comparent les scores d'efficacité moyens selon le type d'aliment utilisé par le pisciculteur. Ils montrent que le score d'efficacité technique moyen est plus élevé pour les exploitants piscicoles qui ont utilisé l'aliment industriel par rapport à ceux qui ont utilisé l'aliment reformulé. Les scores d'efficacité technique sont respectivement de 0,695 et 0,589. Quant à l'efficacité économique, les scores moyens sont presque identiques, avec 0,618 (pour les fermes avec aliments reformulés) et 0,605 (pour les fermes avec aliments industriels). De plus, les résultats

révèlent que, les pisciculteurs formés qui ont utilisé l'aliment industriel, ont en moyenne les scores d'efficacité technique et économique les plus élevés. Ces scores sont respectivement de 0,739 et 0,724. Suivent ensuite, les pisciculteurs n'ayant pas eu accès à la formation et qui reformulent eux-mêmes les aliments, avec respectivement des scores de 0,618 et de 0,632 et une expérience moyenne de plus de 6 ans. Cependant, les résultats font constater que, les pisciculteurs non formés et qui ont utilisé l'aliment industriel sont les moins économiquement efficaces.

Tableau 4: Scores d'efficacité et expérience selon le type d'aliments et la formation

Aliment industriel				Aliment reformulé par le pisciculteur			
Formation	Efficacité technique	Efficacité Economique	Expérience en Année	Formation	Efficacité Technique	Efficacité économique	Expérience En Année
Accès (8)	0,739	0,724	4,09	**Accès (6)**	0,560	0,597	3,16
Pas accès (7)	0,643	0,468	6,58	**Pas accès (6)**	0,618	0,632	6,18
Moyenne	**0,695** *(0,376)*	**0,605** *(0,340)*		**Moyenne**	**0,589** *(0,392)*	**0,615** *(0,334)*	

Les valeurs en parenthèses ( ) représentent les écart-types

Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

5.2. Résultats de l'optimisation des ressources

Les résultats de l'optimisation des ressources dans le tableau-5 sont basés sur trois scenarios, à partir de l'approche DEA. Le scenario-1: *modèle orienté input,* le Scenario-2 *: modèle orienté output* et le scenario-3 : modèle *basé sur les écarts (SBM).* Ces résultats indiquent la proportion des écarts (les excès dans l'utilisation des inputs et le déficit de production), de même que les projections sur la production. Les excès en inputs et déficits en outputs obtenus dans les modèles orienté-inputs et orienté-outputs sont des valeurs maximales, tandis que ceux obtenus dans le modèle SBM sont optimaux.

Les résultats montrent que les réductions sont plus faibles dans le *scenario-1* et sont plus élevés dans le *scenario-2.* Dans le *scenario-1*, les proportions d'excès sont de 7,8% (d'aliments), 0,06% (des alevins), 46,60% (du volume d'eau) et 30,92% (de la superficie des étangs). Ensuite dans le *scenario-2,* les excès dans l'utilisation des aliments, des alevins du volume d'eau et de la superficie des étangs sont respectivement de, 31,77%, 3,92%, 80,06% et 50,93%. Enfin, dans le *Scenario-3,* on note des proportions d'excès de 1,90% (d'aliments), 10,81% (des alevins), 52,51% (du volume d'eau) et 50,17% (de la superficie des étangs).

Les résultats montrent aussi que le déficit de production est plus élevé dans le *scenario-3* que dans le *scenarios-1* et le *scenario-2*. Ils sont respectivement 54123 kg, 2780 kg et 822 kg, équivalents à des proportions de 16,18%, 0,77% et 0,22%.

Tableau 5 : Résultats de l'optimisation des ressources

Toutes les unites	Aliment s^-	Alevins s-	Eau s^-	Terre s^-	Production s^+	Projection production
Total	1317452	2633034	552410,2	651761,1		360509
(**Scenario 1)** Orienté-inputs	102811 **(7, 80 %)**	1646 **(0, 06 %)**	257491 **(46, 60 %)**	201556 **(30, 92 %)**	822	361331 **(0, 22 %)**
(Scenario 2) Orienté-outputs	418560 **(31, 77 %)**	103424 **(3, 92 %)**	442297 **(80, 06%)**	331958 **(50, 93%)**	2780	363289 **(0, 77 %)**
(Scenario 3) Modèle basé sur les écarts	25797 **(1,90%)**	284783 **(10, 81%)**	298089 **(52, 51%)**	327004,6 **(50, 17%)**	58361	418870 **(16, 18%)**

Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

Ces résultats permettent d'observer d'une part, dans quelles proportions les excès peuvent être importants dans le processus de production en fonction de l'objectif de production adopté par l'unité décisionnelle, et d'autre part, l'augmentation de la production qui pourrait résulter d'une production efficiente. A travers ces résultats, des politiques peuvent être développées pour l'amélioration de l'utilisation efficiente des ressources et le développement durable de la pisciculture.

5.3.Analyse de la rentabilité

Cette sous-section examine la rentabilité de l'activité piscicole menée à partir de 32 fermes piscicoles à l'aide de la méthode analyse coût-bénéfice. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (6). Les résultats indiquent que les coûts variables et coûts fixes représentent respectivement, 80,44% et 19,56% du coût total. La part du coût de chaque input variable dans le coût total est respectivement de (46,86%) les aliments, (24,81%) la main d'œuvre, (7,8%) les autres coûts et (1,21%) les alevins. Quant aux coûts fixes, ils sont composés des étangs (7%), les cages (5,72%), les sennes (0,53%) et les autres accessoires (6,31%). L'ensemble des fermes piscicoles a réalisé en moyenne une recette totale de 16 913 407 FCFA. En moyenne, les coûts variables se sont élevés à 11 384 455 FCFA. En déduisant les coûts variables de la recette totale, les fermes piscicoles ont enregistré, en moyenne une marge brute de 5 528 952 FCFA (32,7% de la recette totale). Les marges brutes varient d'une marge positive de 74 507 000 FCFA à une perte de 12 392431 FCFA. De même, en réduisant la marge brute des coûts fixes, on obtient la marge de profit net qui s'évalue à 2 760 050 FCFA (16,13% de la recette totale)**.** Les résultats indiquent aussi que le retour sur investissement est de 0,19. Cela implique 100 FCFA investis donne un bénéfice net de 19 FCFA.

Tableau 6: Résultats de la rentabilité

Variables	**Montant (Moyenne en FCFA) N=32**	**Proportion (%)**	**Valeur min-max**
Quantité produite	11398,5		35 – 144 000
Prix	1485		1 100 – 2 000
Revenu total	**16 913 407,5**		**39 900 – 187 200 000**
Coûts variables	11 384 455,1	**80,44**	
Coûts alevins	138437,5	0,97	
Coûts des aliments	6 633 387,6	46,86	
Main d'œuvre	3511 625	24,81	
Autres coûts	1 101 005	7,8	
Bénéfice Brut	**5 528 952,4**		**(-) 12 392 431 – 74 507 000**
Marge du profit Brut (%)	**32,7**		**0 – 67,76**
Coûts fixes	2 768 902	**19,56**	
Etangs	990425,7	7	
Sennes	75171,8	0,53	
Cages	809951,6	5,72	
Autres accessoires	893 353	6,31	
Coût total	14 153 358,1	**100**	
Marge Net	**2 760 050,4**		**(-) 18 727 209 – 59 667 725**
Marge du Profit Net (%)	**16,13**		**0 – 65,42**
Retour sur investissement	**0,19**		**0-1,89**

Source : calcul de l'auteur à partir des données de l'enquête

Les figures (3) et (4) montrent respectivement la distribution spatiale des fermes piscicoles en fonction de l'efficacité économique et le retour sur investissement et l'efficacité économique et le taux de marge net.

Figure 3: Efficacité économique et retour sur investissement

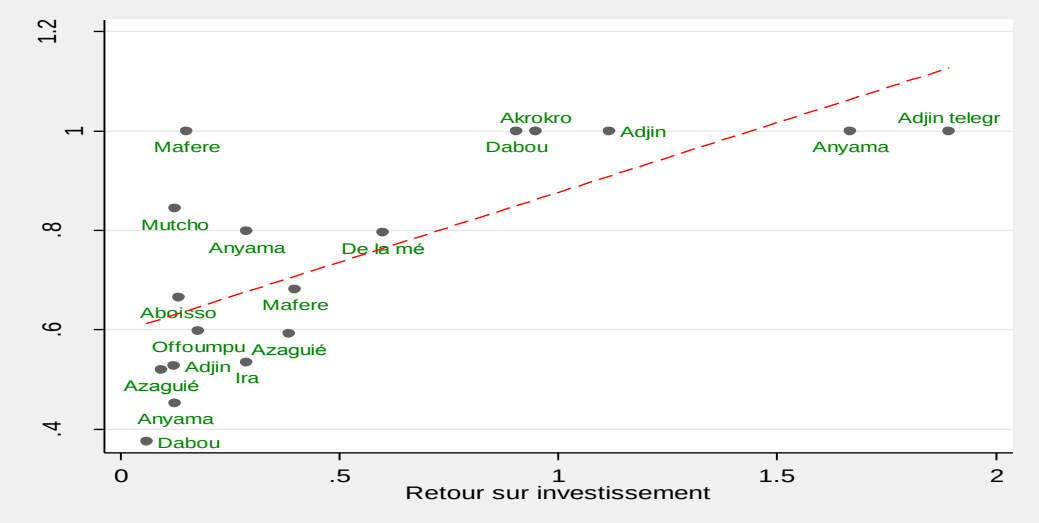
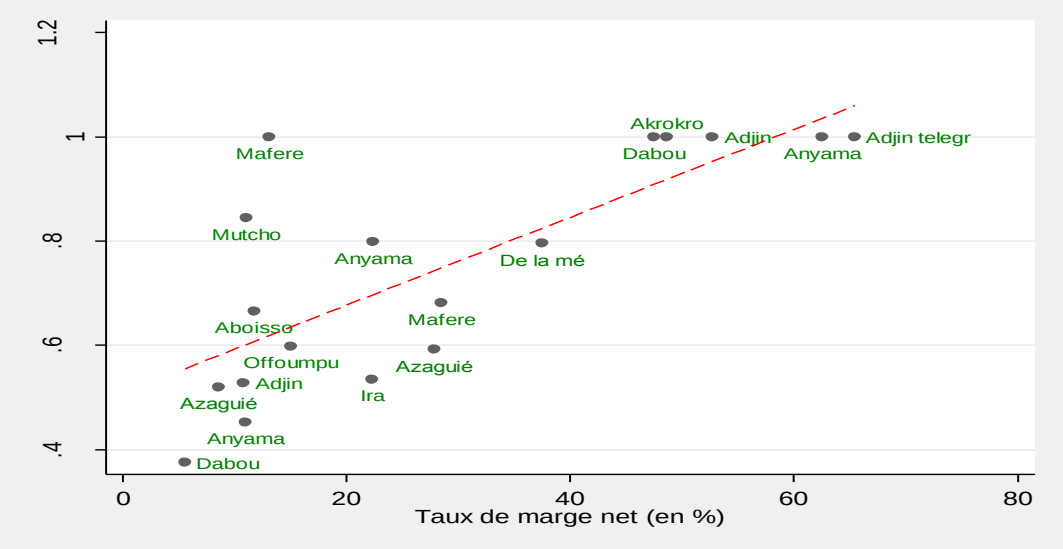


Figure 4: Efficacité économique et taux de marge net



Elles font remarquer que, certaines fermes piscicoles économiquement efficaces réalisent des taux de profit net et un retour sur investissement élevés. Les fermes piscicoles (Adjin télégraphe, Anyama, Adjin, Akakro et Dabou) présentent un taux profit net à près de 50% et plus, et un retour sur investissement à près de 1 et plus. Par exemple, pour la ferme « d'Adjin télégraphe », 65,42% de sa recette totale représente son bénéfice net. Aussi 100 FCFA investis lui rapportent 189 FCFA, près du double du montant de l'investissement.

6. Discussion et Implications

Les résultats de l'analyse de l'efficacité ont montré que les niveaux moyens d'efficacité technique et économique sont faibles. Ces résultats impliquent qu'il existe une possibilité de production, que les fermes piscicoles devraient atteindre en combinant de façon efficiente les ressources utilisées, à savoir les aliments, les alevins, l'eau et la superficie des étangs. Même, une possibilité d'accroitre le revenu de la production. Les résultats ont aussi montré que quatre (04) fermes piscicoles atteignent leur potentiel de production et économique, tandis que la plupart d'entre elles sont faiblement efficaces. Les scores d'efficacité moyens obtenus dans la présente étude sont plus faibles par rapport à ceux obtenus dans certaines études sur l'espèce « tilapia » (Kareem et al., 2009 ; Ougandari et Akinbogun, 2010) au Nigeria et (Onumah et Acquah, 2010) au Ghana. Contrairement à ces études qui ont utilisées l'approche paramétrique de la frontière de production stochastique, notre étude a adopté l'approche non-paramétrique DEA, pour tenir compte de deux outputs (quantité produite et le poids moyen des poissons) dans la mesure de l'efficacité.

Notre étude a comparé l'efficacité technique et économique en fonction du type d'aliment, contrairement aux études existantes qui n'ont pas tenu compte de cet aspect. Les résultats ont montré que : (i) les fermes piscicoles utilisant l'aliment industriel sont techniquement plus efficaces que

ceux utilisant l'aliment reformulé ; (ii) une même performance économique peut être tiré de l'activité piscicole, quel que soit le type d'aliment utilisé (Aliment industriel ou Aliment reformulé); (iii) Les fermiers piscicoles formés utilisant l'aliment industriel sont les plus efficaces; (iv) les fermiers piscicoles non formés et qui reformulent eux-mêmes les aliments, sont efficaces. Ces résultats impliquent que, l'accès à la formation et aux aliments de qualité des pisciculteurs, pourraient leurs permettre, d'accroitre davantage leurs niveaux de production et de revenu.

Les résultats de l'optimisation des ressources (aliment, alevins, eau et terre) présentés dans le tableau (5), selon les objectifs (orienté inputs, orienté outputs et modèle basé sur les écarts), ont montré qu'il y'a des gaspillages dans l'utilisation des ressources. Ces gaspillages sont plus élevés, lorsque le producteur vise à atteindre un niveau maximum de production (Scenario-2). Par contre, si les producteurs étaient soucieux de minimiser les excès dans l'utilisation des ressources (Aliments, Alevins, eau et terre) en visant en même temps une augmentation de la production, ils auraient réalisé un surplus de 58361 kg, soit 16,18% de la production totale (Scenario-3). Ces résultats impliquent qu'un objectif de production qui consisterait à optimiser les excès dans l'utilisation inputs pourrait permettre d'accroitre la production et assurer une production durable. Selon Waite et al. (2014), pour améliorer la productivité et la performance environnementale de l'aquaculture, les exploitants doivent accroitre la production relativement aux quantités de ressources utilisées (terre, eau, aliment et énergie) et minimiser la pollution de l'eau, les maladies des poissons et les pertes.

Les résultats sur la rentabilité ont montré que les marges moyennes du profit brut et net sont respectivement de 32,7% et 16,13%, et un retour sur investissement de 0,19. Il existe un profit net est tiré de l'activité piscicole, mais faible. Par contre, cinq (05) fermes piscicoles (Adjin télégraphe, Anyama, Adjin, Akakro et Dabou) présentent un taux de profit net, d'au moins 50%, dont trois (03), ont un retour sur investissement à près de 1 et plus. Par exemple, pour la ferme « d'Adjin télégraphe », 65,42% de sa recette totale représente son bénéfice net. Aussi 100 FCFA investis lui rapportent 189 FCFA, soit environ le double du montant de l'investissement. Certaines études menées au Ghana et au Nigeria ont montré que la pisciculture est une activité rentable. Boateng, et al., (2013), en analysant la rentabilité de l'élevage de tilapia portant sur 80 pisciculteurs dans le royaume d'Ashanti, au Ghana, ont trouvé que, les fermes piscicoles tiraient une marge de profit net de 65% et un retour sur investissement de 0,91. Ideba, et al., (2013), à travers une analyse coût-bénéfice portant sur 36 pisciculteurs de tilapia et de poisson-chat, ont estimé que 89% des pisciculteurs réalisaient un profit annuel qui variant de 1250 US$ à 21875 US$.

7. conclusion

Cette étude a exploré l'efficience des ressources et l'efficacité économique de 32 fermes piscicoles au Sud-Est de la Côte d'Ivoire à partir des données collectées en 2009. Elle a utilisé l'approche non-paramétrique DEA (Data Envelopment Analysis) et l'analyse coût-bénéfice.

Les résultats ont révélé que les niveaux moyens d'efficacité technique et économique sont faibles. Par contre, peu de fermes sont à la fois techniquement et économiquement efficaces. Ainsi donc, il existe un potentiel productif et économique qui peut être réalisé dans la pisciculture, si les ressources (Aliment, Alevins, Eau et Terre) sont utilisées de façon efficiente. L'étude a analysé l'efficacité technique et économique selon le type d'aliment utilisé pour nourrir les poissons. Les résultats ont

révélé que, les pisciculteurs utilisant l'aliment industriel sont techniquement plus efficaces que ceux qui reformulent eux-mêmes les aliments. Cependant, un même niveau de performance économique peut être réalisé quel que soit le type d'aliment utilisé. Une analyse détaillée des scores d'efficacité a montré que, les fermiers piscicoles formés utilisant l'aliment industriel sont les plus techniquement et économiquement efficaces. Suivent ensuite, les pisciculteurs non formés qui reformulent eux-mêmes les aliments dont le niveau d'expérience est élevé.

A travers des scenarios d'optimisation, à partir du modèle DEA, les résultats ont montré qu'il y'a des gaspillages dans l'utilisation des ressources. A cet effet, une réduction des gaspillages dans l'utilisation de ces ressources pourrait permettre d'accroitre la production. Par exemple, dans le scenario-3, si l'ensemble des fermiers optimisaient leurs excès dans l'utilisation des ressources et leurs déficits de la production, ils pourraient réaliser un surplus de production de 16,18%.

La dernière partie de notre analyse a porté sur la rentabilité. Les résultats ont indiqué que, en moyenne, les fermes piscicoles réalisent une marge de profit brut et net positive, mais moins élevée. Par contre les fermes qui produisent efficacement réalisent une marge de profit brut et net élevée.

Au vu de ces résultats, le rôle des gouvernements dans le développement de la pisciculture est d'une importance capitale. Promouvoir et soutenir la recherche dans la formulation de l'aliment local disponible à moindre coût, favoriser et renforcer la coopération avec les partenaires privés du secteur afin de permettre aux services de vulgarisation et d'encadrement, de s'approprier des nouvelles techniques de production et de les diffuser aux aquaculteurs, sont les recommandations de cette étude.

Bibliographie

Anoh, K. P., 2010. Stratégies comparées de l'exploitation des plans d'eau lagunaire de Côte-d'Ivoire. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, Issue 251, pp. 347-363.

Banker, R., Charnes, A. & Cooper, W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science,* 30(9), p. 1078–1092.

Boateng, V., Alhassan, E., Nensom, E. & Abarike, E., 2013. Profitability analysis of all-male Tilapia farming in Sekyere South and Bosomtwe District of Ashanti Region. *Agriculture and Biology Journal of North America,* 4(5), pp. 568-575.

Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research,* Volume 2, pp. 429-444.

Crentsil, C. & Essilfie, F., 2014. Measurement of techynical efficiency of smallholder fish production in Ghana: A stochastic frontier approach. *Journal of Development and Agricultural Economics,* 6(5), pp. 203-211.

Debreu, G., 1951. The coefficient of Resource Utilization. *Econometrica,* Volume 3, pp. 273-292.

Farrell, 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society (A, general),* Volume 120, pp. 253-281.

FIRCA, 2013. *A la Decouverte de la Pêche et l'Aquaculture,* Abidjan: Bulletin d'information, La Filière du Progrès - Acte 11 - Pêche et Aquaculture - Août 2013.

Hem, S. et al., 1994. Aquaculture lagunaire. In: J. D. P. Durand, D. Guiral & S. Zabi, eds. *Environnement et ressources aquatitiques en Côte d'Ivoire. Tome 2. Les milieux lagunaires.* Edition ORSTOM éd. Paris: pp. 455-505..

Ideba, E. et al., 2013. Economic Analysis of Fish Farming in Calabar, Cross Rivers State, Nigeria. *Greener Journal of Agriculture Sciences,* 3(7), pp. 542-549.

Igwe, K., Echebiri, R. & Nlewadim, A. A. P., 2011. Application of stochastic Production Frontier to the Measurement of Technical Efficiency of Fish Farming in Umuahia Metropolis, Abia State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Sciences* , 9(1), pp. 1-8.

Kareem, R., Aromolaran, A. & Dipeolu, A., 2009. Economic efficiency of fish farming in Ogun State, Nigeria. *Aquaculture Economics & Management,* 13(10), p. 39–52.

Koffi, C., Oswald, M. & Lazard, J., 1996. *Développement rural de la pisciculture en Afrique: comment passer du mythe à la réalité.*ICLARM Conf. Proc.(41), pp. 556-566.

Koopmans, T., 1951. An analysis of Production as Efficient Combination of Activities. In: *Activity Analysis of Production and Allocation.* New York: Cowles Commission for Research in Economics, Monograph no. 13.

MIPARH, 2003. *Bilan-diagnostic et Prospectives pour la relance du secteur pêche et aquaculture en Côte d'Ivoire*: Rapport provisoire.

MIPRAH, 2007. *Annuaire des statistiques agricoles*: Edition d'Avril 2008.

MIPARH, 2008. *Contexte actuel et proposition d'orientation strategiques pour le développement de l'aquaculture*: 5-7.

MIPRAH, 2009. *Plan directeur des peches et de l'aquaculture, 2010-2025,* Abidjan: Rapport après atelier.

MIRAH, 2014. *Plan Stratégique de développement de l'elevage de la pêhe et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire, 2014-2020*: Tome I : Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations.

Munyua, P., Kwamena, Q., Preckel, P. & Shively, G., 2013. *Technical efficiency of aquaculture in Kenya: An application of stochastic frontier analysis.* s.l., Paper presented at World Aquaculture Society Meetings 22-25 Februray, 2013.

Mussa, R., 2006. Technical, Efficiency of smallholder farmers in Southern Malawi: A study of adopters and non-adopters of integrated aquaculture-agriculture. *Working paper,* Volume N° 2006/02.

Ogundari, K. & Akinbogun, O., 2010. Modeling technical efficiency with production risk: A study of fish farms in Nigeria. *Marine Resource Economics,* 25(3), pp. 295-308.

Onumah, E. & Acquah, H., 2010. Frontier analysis of aquaculture farms in the Southern sector of Ghana. *World Applied Sciences Journal,* 9(7), p. 826–835.

Osawe, O., Akinyosoye, V. & Omonona, B., 2008. Technical Efficiency of Small Scale Farmers: An application of the Stochastic Frontier Production to Fish Farmers in Ibadan Metropolis, Oyo state, Nigeria. *Journal of Economics and Rural Development,* 16(1), pp. 71-82.

Ozcan, Y., 2008. *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation: An Assessment using Data Envelopment Analysis.* Norwell, MA: Springer.

Simar, L. & Wilson, P., 2007. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric model of production processes. *Journal of Econometrics,* Issue 136, pp. 31-64.

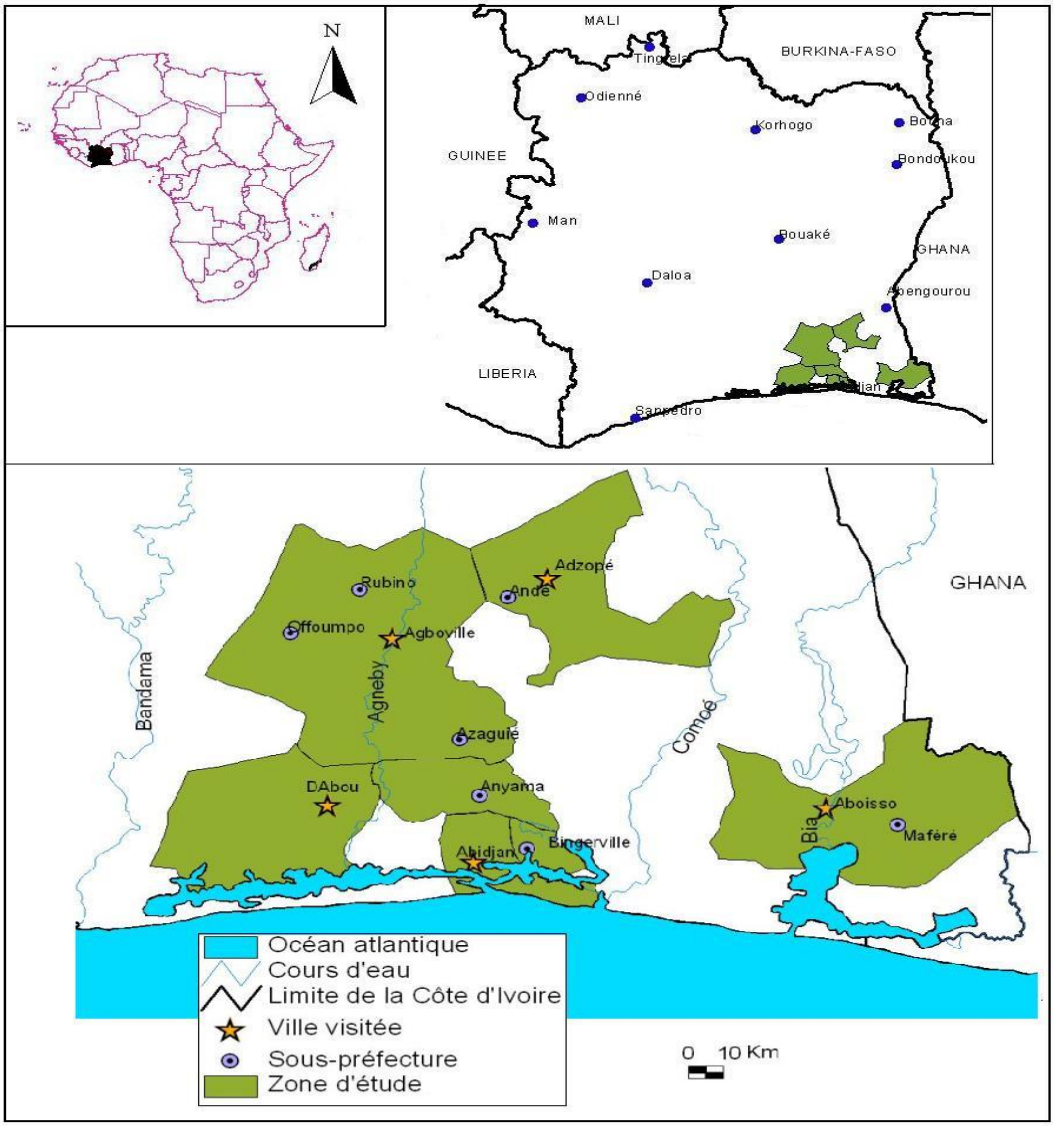
Tone, K., 2001. Slacks-based measure of efficiency. In: W. Cooper, L. Seiford & Zhu.J, eds. *Handbook on data envelopment analysis.* New York: Springer.

Tsue, P., Lawal, W. & Ayuba, V., 2013. Productivity and technical Efficiency of Catfish Farmers in Benue State, Nigeria. *Advanced Journal of Agricultural Research,* 1(2), pp. 20-25.

Tveterås, R., 1999. Production Risk and Productivity Growth: Some Findings for Norwe-gian Salmon Aquaculture. *Journal of Productivity Analysis,* 12, pp. 161-179.

Waite, R. et al., 2014. Improving Productivity and Environemental Performance of Aquaculture. *Working Paper, Installment 5 of Creating a Sustainable Food Future.*

World Bank, FAO & IFPRI, 2013. *Fish to 2030: Prospect for Fisheries and Aquaculture,* Washingthon DC: World Bank.

Ziehi, A., 1994. Développement et recherche aquacoles en Côte d'Ivoire. In: *Développement et recherche aquacoles en Afrique Sub-saharienne*:revue nationale, pp. 1-3.

Annexe : zone de l'étude