

Intégration des étangs piscicoles dans la mangrove et impacts de la pisciculture traditionnelle dans la zone de *Mlomp*, Basse-Casamance, Sénégal

Ngor NDOUR^{1*}, Bienvenu SAMBOU², Maurice DASYLVA¹ et Mamadou Abdoul Ader DIEDHIOU¹

¹ *Université Assane SECK, Département d'Agroforesterie, Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie, BP 523, Ziguinchor, Sénégal*

² *Université Cheikh Anta DIOP, Faculté des Sciences et Techniques, Institut des Sciences de l'Environnement, BP 5005, Dakar Sénégal*

* Correspondance, courriel : ngorndour@univ-zig.sn

Résumé

L'objectif de l'étude est d'informer sur le niveau d'intégration des étangs piscicoles dans la mangrove de *Mlomp*. La méthode d'étude repose sur 125 relevés de végétation et des enquêtes socioéconomiques auprès de 53 producteurs. Le niveau d'intégration des étangs est apprécié à l'aide d'une clé d'interprétation et d'une analyse en composantes principales (ACP). Les résultats montrent l'abondance des palétuviers dans l'espace piscicole. Dans les étangs, le taux de recouvrement varie entre de 5 et 85,66 % alors que la densité de la régénération naturelle varie de 10 à 607875 individus/Ha. A leurs alentours, le taux de recouvrement fluctue de 7,75 à 90 %. En effet, 56 % des étangs piscicoles sont parfaitement intégrés dans la mangrove et 44 % le sont moyennement. Ces résultats illustrent une coexistence non conflictuelle entre la pisciculture traditionnelle et la forêt de mangrove. Au-delà de cette association positive, la pisciculture traditionnelle ne constitue pas encore une source importante de devises et de création d'emplois pour les populations de la Basse Casamance. Néanmoins, les conditions du milieu restent favorables à sa relance et à son développement en Casamance. Au regard de ces résultats, la communauté scientifique doit davantage s'impliquer dans l'étude de la pisciculture traditionnelle afin de l'optimiser.

Mots-clés : *piscicole, mangrove, intégration, étangs, recouvrement, Casamance.*

Abstract

Integration of fish ponds in the mangrove and impacts of traditional fish farming in the *Mlomp* area, Lower Casamance, Senegal

The aim of the study is to provide information on the level of integration of fish ponds in the mangrove of *Mlomp*. Data were collected using 125 vegetation surveys and socio-economic surveys of 53 producers. The integration level of the ponds was assessed using an interpretation key and a Principal Component Analysis (PCA). The results from this study reveal the abundance of mangroves in the fish farming area. In the ponds, the canopy cover varies from 5 to 85.66 % while the density of natural regeneration varies from 10 to 607875 plants / Ha. In their surroundings, the canopy cover ranges from 7.75 to 90 %. Indeed, 56 % of the fish ponds are perfectly integrated in the mangrove and 44 % are moderately integrated. These results demonstrate a non-conflictual coexistence between traditional fish farming and the mangrove forest. Beyond

this positive association, traditional fish farming does not yet represent an important source of incomes and job creation for the populations of Lower Casamance. Nevertheless, the environmental conditions remain favorable to its revival and its development in Casamance. In view of these results, the scientific community must become more involved in the study of traditional fish farming in order to optimize it.

Keywords : *fish-farm, mangrove, integration, ponds, canopy, Casamance.*

1. Introduction

La pisciculture de la Basse-Casamance est de plus en plus en déclin à cause de la détérioration des systèmes hydro-agricoles ancestraux [1]. Le système traditionnel d'exploitation piscicole est caractérisé par des polders qui protègent les rizières contre les eaux salées des bolons. Ces polders délimitent des étangs utilisés traditionnellement pour la pisciculture [2]. Ils sont construits et entaillés entre l'étang et le bolon ou le chenal qui jouxte la digue [1]. Les poissons, à la recherche de sites de ponte empruntent ces entailles pour rejoindre les étangs à la bonne période de chaque année. C'est ainsi que les pisciculteurs empoisonnent leurs étangs et y élèvent des poissons sans apport alimentaire [3]. Malgré ce savoir-faire, la pisciculture peine à se développer au détriment de l'augmentation des besoins en poissons de la zone. Ce problème est essentiellement lié au manque de ressources humaines qui joue en défaveur de la réhabilitation des digues anti-sel autrefois érigées en front de mangrove [3]. Néanmoins, certains pisciculteurs ont maintenu ce système de production en intégrant les étangs piscicoles dans la mangrove dans l'espoir d'améliorer la productivité primaire des unités de production piscicole en termes de disponibilité de nourriture pour les poissons [3]. Ce système piscicole semble s'opposer à l'idée que l'aquaculture dégrade les forêts de mangrove à travers le monde [5 - 7]. Dans ces conditions, il convient d'apprécier sous divers angles l'intégration des étangs dans la mangrove de la zone. A cet égard, leur intégration dans la forêt de mangrove est-elle un enjeu d'importance écologique, environnementale et socioéconomique ? Le présent article traite de cette problématique en prenant en compte la perception des pisciculteurs.

2. Matériel et méthodes

2-1. Échantillonnage

Dans ce travail de recherche, le nombre d'étangs de chaque terroir a été dénombré par les pisciculteurs actifs. A la suite de cet exercice, des étangs piscicoles ont été choisis pour étudier l'intégration des étangs dans la mangrove de la zone (**Figure 1**). Ce choix a tenu compte de l'avis des producteurs qui considèrent que cette intégration tient d'abord à l'emplacement de l'étang dans l'écosystème mangrove. Entre autres critères de choix, il y a la présence de digues fonctionnelles et l'utilisation récente de l'étang estimée au plus à deux ans. L'emplacement tient à la distance d'au plus 30 m par rapport aux peuplements de palétuviers. Des mesures de distances ont donc permis de statuer sur l'intégration des étangs dans la mangrove. Trois classes de proximité que sont la classe [0-10 m [, la classe [10-20 m [et la classe > 20 m ont été retenues. Elles sont déterminées à l'aide d'un décimètre de 50 m de longueur et indiquent respectivement une très bonne, une assez bonne et une moyenne intégration de l'étang dans la mangrove. La présence de palétuviers vigoureux et leur régénération dans l'étang indique une intégration parfaite de celui-ci dans la mangrove [8].



Figure 1 : Carte de localisation des étangs piscicoles de la Zone de Mlomp

2-2. Relevés de végétation

Le dispositif d'inventaire (*Figure 2*) compte 5 relevés de végétation dont 4 de dimension 10 m x 10 m sur les 4 points cardinaux (Est, Ouest, Nord et Sud) et un de dimension 10 m x 30 m au sein de l'étang pour mieux apprécier la viabilité des palétuviers dans les unités de production.

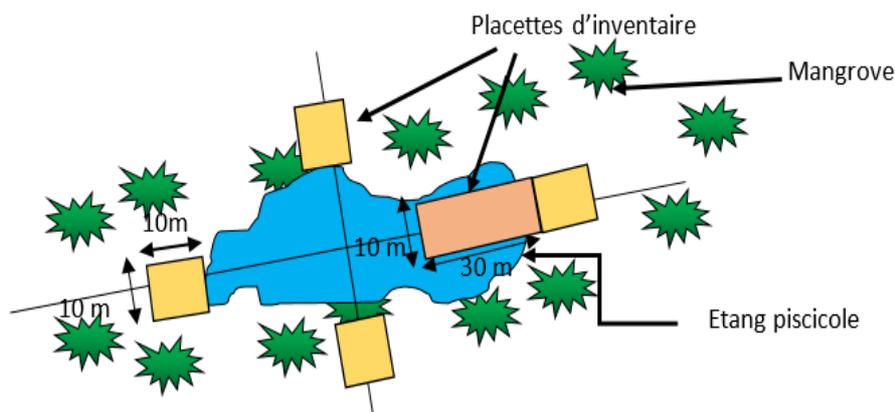


Figure 2 : Dispositif de relevés de végétation aux alentours et au sein de l'étang

L'utilisation récente de l'étang a été retenue comme critère de choix afin que les digues soient encore présentes sur les lieux de même que les systèmes d'évacuation des eaux entre les étangs et les bolons. Ainsi, 02 étangs ont été retenus pour le quartier de *Djicomol* (40 %), 19 pour celui d'*Ebrouay* (21 %) et 04 pour le village de *Samatite* (50 %). La différence de taux de sondage s'explique par le déclin de la pisciculture qui est plus prononcé à *Djicomol* et à *Samatite*. Par ailleurs, le quartier d'*Ebrouay* du village de *Kagnout* réputé autrefois par sa grande capacité de production piscicole compte actuellement plus d'étangs. Autrefois, la performance de ce village dans la pisciculture lui a valu le nom de *Kagnout* qui signifie l'odeur du poisson qui émanait du terroir pendant la récolte massive des étangs [8]. Concernant les attributs écologiques, environnementaux et socioéconomiques de la pisciculture traditionnelle, les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire auprès des producteurs. Au regard de la caractérisation de la mangrove, la liste floristique a été notée, la hauteur des arbres mesurée et le taux de recouvrement estimé par la projection de la couronne des arbres au sol dans chaque relevé de végétation. Les sujets adultes aussi bien que les individus appartenant à la régénération naturelle sont comptés. Au regard de cette dernière, la présence ou non de racines aériennes (racines échasses et pneumatophores) a été notée en termes de critères d'adaptation des jeunes plants à leur milieu de vie.

2-3. Étude de l'intégration des étangs dans la mangrove

Pour apprécier le degré d'intégration des étangs dans la mangrove, une clé d'interprétation a été élaborée (**Tableau 1**). La présence de peuplement de mangrove vigoureux et de régénération naturelle disposant de racines échasses confirme l'intégration parfaite des étangs dans la mangrove. Entre autres paramètres, la salinité, le pH et la quantité d'oxygène ont été mesurés dans les étangs piscicoles suivis (07).

Tableau 1 : Clé d'interprétation de l'intégration des étangs piscicoles dans la mangrove

Facteurs d'intégration Etangs	Prox	DRN	TRCE	TRA	Degré d'intégration
A	≤ 10 m	> 0 + RE	> 0	> 0	Parfaite
B	≤ 10 m	> 0	> 0	0	Très bonne
C	≤ 10m	> 0	0	0	Bonne
D	≥ 30 m	0	0	0	Moyenne

Prox = proximité des palétuviers, DRN = Densité de la régénération naturelle, RE = Racines échasses ; TRE = taux de recouvrement de la mangrove dans l'étang, TRA = Taux de recouvrement de la mangrove aux alentours de l'étang.

2-4. Enquêtes socioéconomiques

Au regard des enquêtes socio-économiques, un recensement des producteurs a été fait en prenant en compte les pisciculteurs ayant abandonné la pratique et les producteurs actifs. Ainsi, 53 pisciculteurs ont été enquêtés pour diagnostiquer leur perception de l'intégration des étangs dans la mangrove et des attributs écologiques, environnementaux et socioéconomiques de l'aquaculture traditionnelle. La population enquêtée comprend les pisciculteurs, les rizi-pisciculteurs, les constructeurs de digues et les vendeurs de poisson. Lors du suivi de la production piscicole, la diversité des poissons élevés a été établie dans les étangs de *Mlomp*.

2-5. Traitement des données

Les données issues des relevés de végétation ont été traitées à l'aide du logiciel *XLsat* qui a permis de faire une analyse en composantes principales afin de déterminer au plan statistiques les différents groupes d'intégration des étangs dans la mangrove. Les données collectées à l'aide du GPS sont traitées à l'aide du logiciel *Mapsource 3.2*. Elles ont permis de cartographier les étangs piscicoles de la zone. Les données collectées auprès des pisciculteurs avec le questionnaire sont traitées à l'aide des logiciels *CSpro* et *SPSS*. Ces logiciels ont permis de faire des analyses croisées entre les différentes variables étudiées pour la mise en exergue d'attributs écologiques et environnementaux des systèmes traditionnels de production piscicole de la zone de *Mlomp*. D'une part, les attributs écologiques et environnementaux appréciés sont relatifs au rôle de protection et de nourrissage des poissons par les palétuviers. D'autre part, ces attributs portent sur les impacts socioéconomiques et environnementaux des étangs piscicoles dans zone ciblée. Des prises de vues réalisées sur le terrain ont permis d'illustrer ce présent article.

3. Résultats

3-1. Emplacement et intégration des étangs piscicoles dans la mangrove

A *Djicomol*, les étangs sont situés dans l'écosystème mangrove. La distance entre les peuplements de mangrove et les étangs piscicoles est en moyenne de 30 m. Cette distance indique une moyenne intégration des étangs dans la forêt de mangrove. A *Ebrouay*, la distance entre les peuplements de mangrove et les étangs piscicoles est en moyenne de 10 m. Ce qui témoigne d'une très-bonne intégration des étangs dans la mangrove. A *Samatite*, la distance est en moyenne de 20 m, ce qui en référence à la clé d'interprétation indique une assez-bonne intégration des étangs dans la mangrove.

3-2. Diversité des espèces de poissons élevés dans les étangs piscicoles

A *Djicomol*, 9 espèces de poissons sont élevées à *Jaman* et à *Essonolit*. Il en est de même pour les étangs de *Samatite* (*Albert 1* et *Albert 2*). A *Ebrouay*, 10 espèces de poisson sont élevées à *Etienne₁*, *Etienne₂* et *Etienne₃*. Dans la zone d'étude, la diversité des poissons élevés pendant 5 à 6 mois est de 10 espèces (**Tableau 2**). Cependant une espèce d'eau douce (*Clarias senegalensis* Valenciennes 1840) a été répertoriée par les producteurs dans une mare permanente du terroir de *Samatite*.

Tableau 2 : Liste des espèces élevées dans la zone de Mlomp

Familles	Genres	Noms Scientifiques
<i>Cichlidae</i>	<i>Sarotherodon</i>	<i>Sarotherodon melanotheron</i> Rüppel, 1852
<i>Cichlidae</i>	<i>Hemichromis</i>	<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1858
<i>Cichlidae</i>	<i>Hemichromis</i>	<i>Hemichromis bimaculatus</i> Gill, 1852
<i>Cichlidae</i>	<i>Tilapia</i>	<i>Tilapia guineensis</i> Bleeker, 1862
<i>Elopidae</i>	<i>Elops</i>	<i>Elops lacerta</i> C.V. 1846
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil</i>	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil</i>	<i>Mugil Curema</i> Valenciennes, 1836
<i>Mugilidae</i>	<i>Liza</i>	<i>Liza bananensis</i> Pellegrin, 1927
<i>Mugilidae</i>	<i>Liza</i>	<i>Liza gradisquamis</i> Valenciennes, 1836
<i>Mugilidae</i>	<i>Liza</i>	<i>Liza falcipinnis</i> Valenciennes, 1836

La famille des *Cichlidae* et celle des *Mugilidae* sont les plus diversifiées en espèces de poisson. Cependant la famille des *Cichlidae* fournit de loin l'essentiel de la production annuelle (> 95 %). Les genres *Sarotherodon* et *Hemichromis* raflent la mise avec respectivement 75 à 80 % de la production totale pendant la récolte finale.

3-3. Caractérisation de la mangrove aux alentours et dans les étangs piscicoles de la zone

Dans la zone d'étude, quatre espèces de palétuviers notamment *Rhizophora mangle* L. 1753, *R. racemosa* Mayer 1818, *Laguncularia racemosa* Gaerth.f.1805 et *Avicennia germinans* L. Stearn 1958 sont rencontrées. A *Djicomol*, les deux étangs étudiés (*Jaman* et *Essonolit*) sont relativement éloignés de la mangrove. Ils contiennent plus d'herbacées que de palétuviers. *Jaman* présente un tapis herbacé dense à *Cyperus esculentus* L. et quelques individus de *Typha domingensis* (Pers) Poir (**Figure 3**). L'étang *Essonolit* compte aussi un tapis herbacé à *Cyperus esculentus* et un seul pied de *Avicennia germinans* situé hors de la zone d'emprise des relevés de végétation (**Figure 4**).



Figure 3 : *Tapis herbacé à Cyperus esculentus (Jaman)* **Figure 4 :** *Tapis herbacée (Essonolit)*

Dans le terroir d'*Ebrouay*, les quatre espèces de palétuviers sont rencontrées en peuplements relativement denses dans les étangs piscicoles (**Figure 5**). La taille moyenne des palétuviers y varie entre $0,27 \pm 0,15$ m et $3,38 \pm 1,01$ m et le taux de recouvrement de 5 à 95 %. Les sujets adultes présentent des densités comprises entre 467 et 1600 individus/Ha. Celles de la régénération naturelle fluctuent entre 1526,6 et 607875 individus/Ha. La régénération naturelle dotée de racines échasses a été notée dans 21,7 % des étangs piscicoles et celle présentant des pneumatophores dans 17,39 % des cas. La présence de racines échasses et de pneumatophores représente un signe d'adaptation des palétuviers dans les étangs.



Figure 5 : *Palétuviers dans un étang d'Ebrouay*

Aux alentours des étangs, la taille moyenne des palétuviers varie entre $1,15 \pm 0,1$ m et $4 \pm 0,9$ m. Le taux de recouvrement y varie entre 8,75 et 80 % et la densité des sujets adultes de 70 à 13800 individus/Ha. La densité de la régénération naturelle y est comprise entre 10 et 43000 individus/Ha. La présence d'espèces herbacées d'eau douce comme *Phragmites sp.* et *Typha domingensis* a été notée dans 17,39 % des étangs et témoigne de la faible salinité des eaux stockées. Dans les étangs, la présence et la vigueur des palétuviers plantés est aussi une preuve de l'intégration dans étangs dans la mangrove (**Figure 6**).



Figure 6 : *Plantation de palétuviers dans un étang piscicole*

Dans les étangs de *Samatite*, *Albert₁* et *Albert₃* contiennent de la régénération naturelle avec des densités respectives de 100 et 1700 individus/Ha. Cependant *Albert₃* est plus proche de la forêt de mangrove et présente dans la direction Nord un taux de recouvrement de 90 %. Certains individus de la régénération naturelle sont pourvus de racines échasses ce qui montre que *Albert₃* est parfaitement intégré dans la mangrove.

3-4. Degré d'intégration des étangs piscicoles dans la mangrove de *Mlomp*

L'utilisation de la clé d'interprétation du degré d'intégration des étangs dans la mangrove a permis d'aboutir aux résultats consignés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Niveau d'intégration des étangs piscicoles dans la forêt de mangrove

Terroir	Etangs piscicoles	Facteurs d'intégration des étangs à la mangrove				Degrés d'intégration de l'étang à la mangrove
		DEM	DRGN (ind/Ha)	TRCE	TRCA	
<i>Djicomol</i>	<i>Jaman</i>	30 m	0	0 %	0 %	MI
	<i>Essonolit</i>	30 m	0	0 %	0 %	MI
<i>Ebrouay</i>	<i>Jérome₁</i>	10 m	1400	> 0 %	0 %	TBI
	<i>Jérome₂</i>	10 m	190	> 0 %	0 %	TBI
	<i>Jérome₃</i>	10 m	300	30 %	0 %	PI
	<i>GIE₁</i>	10 m	4133,3	5 %	74 % E	PI
	<i>GIE₂</i>	10 m	2176,66	22,66 %	74 % E	PI
	<i>GIE₃</i>	10m	13266,66	23 %	39 % E	PI
	<i>GIE₄</i>	10m	4733,33	60 %	0 % E	PI
	<i>Etienne₁</i>	10 m	10	0 %	0 %	PI
	<i>Etienne₂</i>	10 m	13933,3	22,66 %	45 % O	PI
	<i>Etienne₃</i>		31500	85,66 %	93,5 % O 87% S	PI
	<i>Bernard₁</i>	10m	15267	19,21 %	59,82 % E; 45,30 O	PI
	<i>Bernard₂</i>	10m	27200	15,01 %	16,76 % E; 53,50 % O	PI
	<i>Akoula</i>	10m	168834	48,33 %	54 % O	PI
	<i>Henri₁</i>	10 m	240000	23,66 %	8,75 % E; 28,75 % N	PI
	<i>Henri₂</i>	10 m	245000	95 %	43 % O; 39 % N	PI
	<i>Dominique</i>	10 m	338750	62,75 %	22 % E;	PI
	<i>Kagnout₅</i>	10 m	300	0	0 %	BI
	<i>Kagnout₆</i>	10 m	13933,33	0	0 %	BI
<i>Kagnout₇</i>	10 m	607875	75 %	0 %	PI	
<i>Samatite</i>	<i>Albert 1</i>	30 m	100	0	0 %	MI
	<i>Albert 2</i>	20 m	0	0	0 %	MI
	<i>Albert 3</i>	10 m	1700	0 %	90 % N	PI
	<i>Albert 4</i>	20 m	0	0	0 %	MI

DRGN = Densité de la régénération naturelle dans l'étang ; *DEM* = distance entre l'étang et la mangrove ; *TRCE* = taux de recouvrement dans l'étang ; *TRCA* = taux de recouvrement aux alentours ; *TB* = Très bien intégré ; *BI* = Bien intégré ; *PI* = Parfaitement intégré ; *MI* = Moyennement intégré. *O* = Ouest, *E* = Est ; *N* = Nord et *S* = Sud.

Sur la base de cette clé d'interprétation de l'intégration, 64 % des étangs de *Mlomp*, sont parfaitement intégrés dans la mangrove et les 36 % qui restent sont répartis dans les autres classes d'intégration avec des étangs très bien intégrés (8 %), étangs bien intégrés (8 %) et ceux moyennement intégrés (20 %). L'analyse en composantes principales à partir des données de cette clé d'interprétation a donné les résultats consignés dans la **Figure 7**.

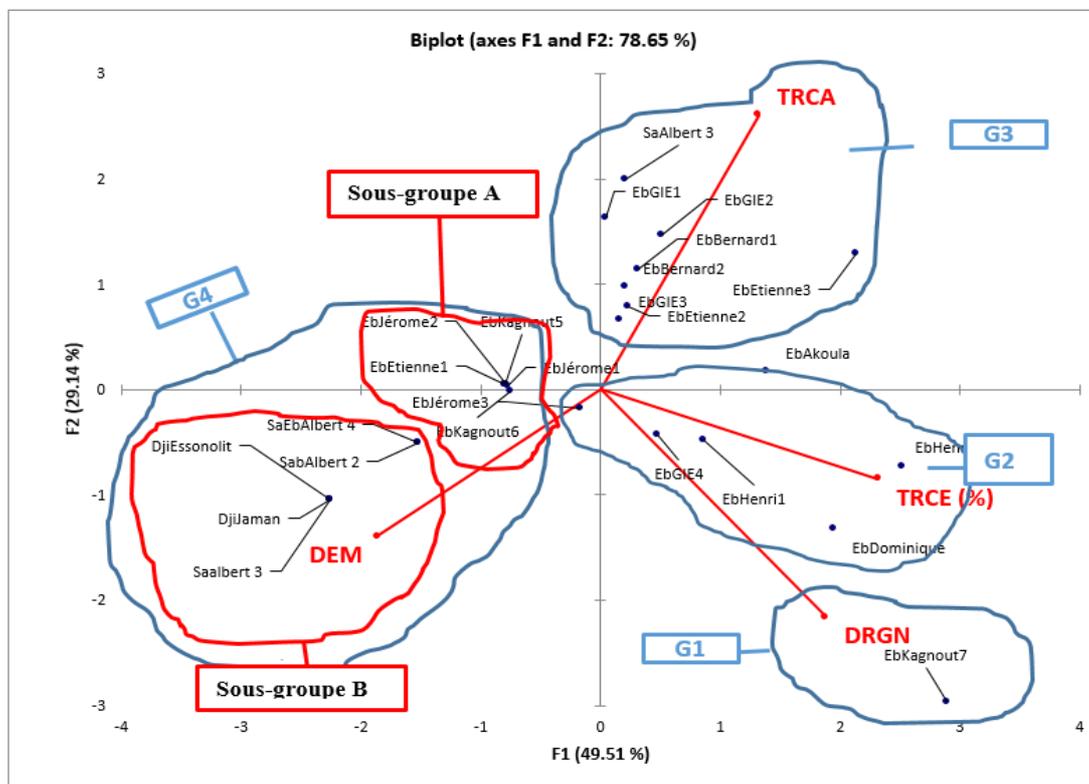


Figure 7 : Distribution des étangs piscicoles dans le plan factoriel F1&F2

L'interprétation de la **Figure 7** montre que 56 % des étangs de *Mlomp* sont parfaitement intégrés dans la mangrove. Cependant, ce pourcentage est constitué d'un groupe de (4 %) fortement lié au taux de régénération naturelle, d'un groupe de (32 %) expliqué par le taux de recouvrement aux alentours de l'étang, d'un groupe de (20 %) dont la polarité des variables est fonction du taux de recouvrement dans l'étang. Cette analyse statistique a permis de revoir à la baisse (-4 %) le groupe des étangs piscicoles parfaitement intégrés dans la mangrove sur la base de la clé d'interprétation (**Tableau 1**). La distance par rapport à la mangrove polarise les étangs où la régénération naturelle est absente (44%) avec des contributions de 25,57 % sur l'axe F1 et 61,57 % sur l'axe F3. Par ailleurs, cette analyse statistique a permis de repérer deux sous-groupes. Le sous-groupe A constitué d'étangs distants de 10 m de la forêt de mangrove et sans régénération naturelle. Le sous-groupe B renferme les étangs dépourvus de palétuviers et distants de 20 à 30 m de la mangrove. En définitive, l'ACP permet une meilleure appréciation de l'intégration des étangs piscicoles dans la mangrove. D'un autre point de vue, 100 % des producteurs indiquent que les étangs piscicoles de leur terroir sont tous intégrés dans la mangrove. Ainsi, il ressort de l'étude que l'aménagement des étangs piscicoles de *Mlomp* est respectueux de l'environnement et par conséquent plus favorable à la coexistence entre la forêt de mangrove et la pisciculture. Ce résultat montre que la Basse-Casamance, particulièrement la partie comprise entre la rive gauche du fleuve Casamance et la Guinée-Bissau, présente un modèle d'aménagement de l'écosystème mangrove favorable au développement de la pisciculture traditionnelle et à la conservation des forêts de palétuviers.

3-5. Perceptions des producteurs sur les impacts de la pisciculture traditionnelle

Les producteurs de la contrée de *Mlomp* perçoivent essentiellement les impacts de la pisciculture traditionnelle sur le plan écologique, environnemental et socioéconomique.

3-5-1. Sur le plan écologique

L'analyse de la perception de l'impact écologique de la pisciculture sur la mangrove montre que les effets positifs dominent ceux négatifs. En effet, 88,7 % des producteurs pensent que la pisciculture joue un rôle positif sur les forêts de mangrove. Selon ces producteurs, la pisciculture permet le développement de la mangrove et la baisse de la pression anthropique sur ses ressources respectivement dans 86,8 % et 1,9 % des cas. Des effets positifs de la pisciculture sont notés sur les sols par 96,29 % des enquêtés. Ils sont liés à l'enrichissement du milieu par les excréments de poissons (34 %), à la baisse de la salinité des rizières (56,6 %) et de l'acidité de leurs sols (1,9 %). L'existence d'impacts négatifs est soutenue par 3,8 % des répondants en termes de mortalité des palétuviers liée à une longue submersion ou à leur défrichement (1,9 %). Ainsi, les producteurs attestent d'une relation de causes à effets entre la riziculture et la pisciculture traditionnelle d'une part et la pisciculture et la conservation de la mangrove d'autre part. Les effets positifs de la pisciculture sur la riziculture représentent 96,2 % des citations. Ils s'expliquent par la protection des rizières contre la salinité des eaux de mer (67,9 %) et par l'augmentation de la production de riz (26,4 %). Les effets négatifs sont dus à la baisse de la production de riz soit 3,8 % des citations.

3-5-2. Sur le plan environnemental

L'appréciation de la relation entre la pisciculture et l'environnement, montre dans 100 % des citations que les effets sont positifs sur le continent car minimisant la salinisation des terres. La majorité (98,1 %), explique que la pisciculture empêche la remontée du sel vers les terres continentales. Ceux qui sont restés sans réponse comptent 1,9 %. La majorité des producteurs a apprécié positivement le stockage de l'eau douce dans le sol à l'échelle du bassin versant. Elle soutient que la pisciculture participe à la recharge en eau douce des nappes perchées (79,2 %). Cette recharge chasse le biseau salé du continent vers la mangrove et rend les nappes moins salées pour 22,6 % des répondants. En définitive, les producteurs ont été unanimes concernant les effets positifs de la pisciculture sur l'environnement.

3-5-3. Sur le plan socioéconomique

Après la récolte des poissons élevés pendant 5 à 6 mois, les revenus des producteurs ont varié entre 5000 F CFA pour 3,8 % des producteurs et 750 000 pour 1,9 %. Environ 39,6 % ne parvinrent pas à faire le bilan de leurs revenus, ce qui indique une faille dans la maîtrise du système d'évaluation des profits de la pisciculture. Les producteurs (5,7 %) gagnent annuellement 225 000 F CFA. Les producteurs qui gagnent au plus 50 000 F CFA représentent 30,2 %. Ces revenus aident les producteurs à subvenir aux besoins de première nécessité tels que la nourriture, la santé, la scolarité des enfants. Ils consolident aussi les relations sociales en milieu diola. La production annuelle en riz, des riziculteurs-pisciculteurs, varie de 200 à 300 kg pour 17 % des enquêtés, de 300 à 1000 kg (41,5 %) et de plus de 1000 kg (1 tonne) pour 41,5 % des cas. Sur le plan alimentaire, la période couverte par l'autoconsommation du riz a été estimée à 3 mois pour 7,54 % des enquêtés, de 6 à 9 mois par 41,5 % et de 12 mois pour 45,28 %. La période la plus courte (moins d'un mois) représente (1,88 % des citations). Globalement, ces statistiques laissent croire que la production rizicole contribue à la sécurité alimentaire des populations de la zone de *Mlomp*. Sur le plan social, l'étude montre l'existence de conflits dans la zone de *Mlomp*. Le climat social est parfois tendu entre : riziculteurs et éleveurs (58,33 %), riziculteurs et pisciculteurs (15,27 %), pisciculteurs entre eux (12,5 %), entre voleurs et

pisciculteurs (4,16 %) et enfin pêcheurs et pisciculteurs (2,7 %). Par contre, certains producteurs (6,9 %) n'ont pas remarqué de conflits. Les tensions sociales sont dues à la divagation du bétail (60,86 %), à la délimitation des étangs (11,59 %), au vol de poissons (14,49 %) et à la gestion des eaux des rizières (5,79 %). Les modes de résolution de ces conflits sociaux sont assez variés. La résolution à l'amiable a lieu dans 47,31 % des cas et auprès du chef du village dans 24,73 %. D'autres modes de résolution font recours au conseil des sages pour 15,05 % des citations, aux comités de surveillance dans 4,30 % des cas. Les conflits sont aussi résolus à l'échelle de la famille et des fétiches pour 1,07 % respectivement. Dans 6,45 % des cas, les enquêtés n'ont pas pu indiquer un mode de résolution des conflits. Malgré ces conflits, les producteurs considèrent l'aquaculture comme un facteur de cohésion sociale. En définitive, l'analyse des attributs de la pisciculture démontre que les producteurs connaissent bien le système piscicole traditionnel. Ce savoir endogène est un atout favorable au développement de la pisciculture traditionnelle dans la zone de *Mlomp*. Mais un renforcement de capacité des producteurs reste nécessaire dans la zone.

4. Discussion

La discussion des résultats porte d'une part sur l'emplacement des étangs piscicoles dans la mangrove, la diversité des espèces de poissons et les caractéristiques de la mangrove dans les étangs et leur zone d'influence. D'autre part elle porte sur les attributs écologiques, environnementaux, et socioéconomiques de l'aquaculture traditionnelle en Basse-Casamance.

4-1. Emplacement / intégration des étangs piscicoles dans la mangrove

A l'échelle du terroir de *Mlomp*, les étangs piscicoles les mieux intégrés dans la mangrove se trouvent dans la zone d'*Ebrouay*. La distance la plus proche entre les étangs et la mangrove est de 10 m au plus. La proximité entre les étangs piscicoles et la mangrove est plus nette par ordre respectif à *Ebrouay*, *Samatite* et *Djicomol*. L'analyse en composantes principales montre trois groupes (G1, G2 et G3) soit 56 % des étangs piscicoles parfaitement intégrés dans la mangrove. D'ailleurs en Basse Casamance, les pisciculteurs ont commencé à planter les palétuviers dans leurs étangs à l'image de la combinaison entre la crevetticulture et la plantation de la mangrove dans le Mékong au Viet Nam [9]. A certains égards, l'intégration des étangs dans la mangrove en Basse Casamance ressemble au système observé en Asie où la sylvi-pisciculture a permis d'intégrer les palétuviers dans les unités de production. Ailleurs en Indonésie, les modèles de gestion durable du système « aquaculture-plantation de mangrove » ont été formulés sur la base des atouts des cas de gestion existants [10]. Compte tenu des effets positifs notés dans cette étude, ce même type de capitalisation du savoir endogène pourrait prévaloir en Basse Casamance. La prise en compte de cette considération laisse penser que le nouveau système aquacole asiatique ressemble en partie aux systèmes hydroagricoles ancestraux en déclin en Basse-Casamance [11 - 15]. En tout état de cause, l'emplacement des étangs dans la mangrove, la présence de palétuviers et leur plantation dans l'étang désigne une pratique sylvi-piscicole dans la zone de *Mlomp*. En termes d'usages, certains producteurs coupent les tiges de palétuviers dans les étangs pour consolider les digues qui cèdent pendant la saison des pluies ou sous l'effet des courants de marées. La proximité et la disponibilité du bois de mangrove désignent l'intégration des palétuviers dans le système de production aquacole en référence à la sylvi-pisciculture telle que vécue actuellement en Asie [16 - 18]. En comparant les résultats de la clé d'interprétation et ceux de l'ACP très utilisée en statistique multidimensionnelle, il ressort que l'information réduite du second outil d'analyse est plus représentative [19]. Ces auteurs soutiennent que l'ACP sur la base de ces axes permet la localisation d'un nuage de points et de prendre en compte la globalité des corrélations. Généralement, une représentation selon deux axes, suffit, à visualiser l'essentiel de l'information ainsi que la corrélation entre les variables [19]. D'ailleurs, quel que soit la performance de l'outil de visualisation, il ne peut être appréhendé de façon simple dans sa globalité, ni en termes de relations entre les variables [20]. En tenant compte de ces réalités statistiques, le présent article recommande l'analyse en composantes principales pour l'appréciation de l'intégration des étangs dans la forêt de mangrove.

4-2. Diversité des espèces de poissons élevés dans les étangs piscicoles

Au total 10 espèces de poissons sont élevés dans les étangs piscicoles de la zone. Une étude antérieure réalisée en Basse-Casamance indique une plus faible diversité avec 7 espèces de poissons élevés dans les étangs [14]. Cette diversité est légèrement plus riche au Nigéria où 11 espèces ont été capturées par les producteurs [21]. En Côte d'Ivoire par contre, le nombre d'espèces élevées (8 espèces) est quasiment identique à celui de la Basse-Casamance [22]. En référence aux résultats antérieurs, la baisse de diversité des poissons n'est pas aussi alarmante en Basse-Casamance [1]. D'ailleurs, la perte de diversité est liée à l'absence de poissons d'intérêt commercial dans les étangs. Cependant, les producteurs soutiennent que leur absence est liée à l'abandon des étangs autrefois aménagés dans la forêt de mangroves et au déficit pluviométrique [1, 2].

4-3. Caractéristiques de la mangrove dans les étangs piscicoles

Des densités de la régénération naturelle de 10 à 607875 individus à l'hectare sont notées dans les étangs de *Mlomp* où les taux de recouvrement varient de 5 à 95 %. Par ailleurs, les taux de recouvrement aux alentours des étangs sont compris entre 8,75 et 93,5% ce qui démontre une coexistence non conflictuelle entre la pisciculture et la conservation de la mangrove dans la zone de *Mlomp* [8]. Au regard de l'importance de l'intégration des palétuviers dans le système piscicole, il a été noté qu'un taux de recouvrement de la mangrove de 25 % produit jusqu'à 70 % de la nourriture des crevettes dans des fermes semi intensives en Colombie [23]. D'ailleurs, certains auteurs pensent que cette intégration des palétuviers dans le système de production piscicole serait en partie responsable du bon développement de la crevette *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) introduite accidentellement dans le fleuve Casamance [24]. Cette combinaison « étangs-palétuviers » a permis de démontrer l'importance du couvert végétal dans des étangs piscicoles du Vietnam [25]. Selon ces mêmes auteurs, le développement des juvéniles est lié à diverses raisons notamment la richesse de la nourriture et la diminution de la force des eaux par le système racinaire des palétuviers. Malgré ces avantages, ces auteurs ont montré que la pisciculture dégrade aussi les forêts de mangrove [25]. Cependant, plusieurs études empiriques ont démontré l'évidence d'effets adverses de la mangrove sur l'aquaculture [26]. A cet égard, ces mêmes auteurs ont noté des proportions variables de 20 à 80% entre l'étang et la mangrove à Ciketong et à Cilacap.

La variation optimale a été de 54 % pour l'étang contre 46 % de forêt de mangrove [26]. Dans la présente étude, 84 % des étangs de la zone de *Mlomp* ont un taux de recouvrement compris entre 0 et 48,3 % ce qui se rapproche de la condition optimale indiquée par ces chercheurs. Toutefois, à *Mlomp*, environ 16 % des étangs sont dans des proportions comprises entre 60 et 95 % de taux de recouvrement de mangrove. Cependant, aucune étude n'a démontré à ce jour les effets négatifs du taux de recouvrement de la mangrove dans les étangs de la Basse-Casamance. En tout état de cause, certains systèmes sylvi-culturaux peuvent conduire au regroupement des poissons et des crevettes à des endroits précis où les prédateurs peuvent les capturer facilement. Par conséquent, certains de ces systèmes peuvent aussi entraîner la baisse de la production de poissons et de crevettes au détriment des producteurs [25]. Au regard des paramètres physico-chimiques des étangs, la concentration en oxygène et le pH des eaux sont favorables à la pisciculture dans la zone [4]. D'ailleurs, certains auteurs ont montré que les palétuviers améliorent le taux d'oxygène et le pH de l'eau dans les étangs piscicoles. Ils soutiennent aussi que la mangrove piège les nitrates minimisant ainsi la pollution des eaux dans les étangs [27]. En Indonésie, la densité des palétuviers a varié de 1700 à 2500 arbres à l'hectare dans l'étang. Etant donné qu'une densité élevée peut affecter la production aquacole, les fermiers préfèrent une faible densité de l'ordre de 2000 arbres à l'hectare [11]. Dans la zone de *Mlomp*, 17,39 % des étangs piscicoles ont une densité d'arbres comprise entre 467 et 1600 individus à l'hectare. Au vu des conclusions de ces auteurs, les densités notées ne devraient pas avoir de conséquences négatives sur la

pisciculture dans la zone. D'ailleurs, ces mêmes auteurs notent que pour les crevettes et les crabes qui préfèrent bénéficier de plusieurs niches écologiques, la densité des palétuviers pourrait être plus élevée dans leur milieu de vie. Afin de mieux manager la sylvi-pisciculture, ces auteurs soutiennent que des études doivent être menées sur le taux de recouvrement de la mangrove et la production litière par arbre dans les étangs piscicoles. La valorisation des acquis de cette recherche devrait impacter positivement l'aquaculture dans le monde en général et en Casamance en particulier.

4-4. Impacts écologiques de la pisciculture traditionnelle

Dans le domaine des impacts écologiques, les producteurs défendent les rôles positifs de la pisciculture en termes de niche écologique fournissant de la nourriture aux poissons, de développement des palétuviers et de baisse de la pression anthropique sur le bois de mangrove. Ils soutiennent aussi l'enrichissement du milieu par les palétuviers, la protection des rizières contre les eaux salées et l'augmentation de la production de riz. A cet égard, d'autres auteurs ont noté que les palétuviers contribuent à l'alimentation des poissons [25]. En termes d'impacts, les producteurs soulignent la dégradation des palétuviers suite au défrichement et l'abandon des rizières envahies par les eaux salées. Toutefois, ces interactions entre la pisciculture et la riziculture sont ignorées par un faible pourcentage de producteurs de la zone. Par ailleurs, certains auteurs soutiennent que la forêt de mangrove a des effets directs sur la productivité et la durabilité de l'élevage de la crevette [28]. Dans ces conditions, l'apport d'aliments dans les étangs n'est pas nécessaire car les ressources naturelles de la mangrove suffisent à nourrir les poissons [10].

4-5. Impacts environnementaux de la pisciculture traditionnelle

Sur le plan environnemental, la population (100 %) a noté des effets positifs de la pisciculture sur l'environnement terrestre. Leur perception s'explique par sa capacité à lutter contre la salinisation des terres continentales. Par ailleurs, le stockage des eaux douces pendant des mois limite l'avancée du biseau salé vers le continent et contribue à la recharge des nappes perchées. Cependant, certains auteurs soutiennent que l'aquaculture enrichie les nappes en chlore et cuivre tout en contribuant à la hausse du pH des eaux souterraines [29]. Ce risque de pollution est faible dans la zone d'étude puisque les producteurs n'apportent pas d'aliments ou de substances chimiques susceptibles de polluer les nappes souterraines. Par conséquent, compte tenu de ces types d'atouts, certains auteurs ont proposé la certification de ces modèles aquacoles dans le but d'obtenir un système productif plus respectueux de l'environnement [30]. Dans ce même sillage, certains auteurs soutiennent que l'étude des interactions entre l'aquaculture et l'environnement est importante pour une gestion durable des activités aquacoles et de leurs effets environnementaux [16].

4-6. Impacts socioéconomiques de la pisciculture traditionnelle

Une frange de 7,5 % des producteurs gagne au moins 50000 F CFA/an, soit 111,11\$/an. Une faible frange (2,7%) gagne au plus 750000 F CFA soit 1666,6\$/an. Les revenus tirés de la pisciculture sont faibles et ne constituent pas encore une source de motivation des producteurs [1]. Cependant, ces revenus sont supérieurs à ceux qui ont été obtenus (7,6\$/an) par les pisciculteurs urbains de Bangui [31]. En Basse-Casamance, les revenus de la pisciculture sont aussi importants que ceux tirés des micro exploitations de plantes aromatiques et médicinales de la ville de Ziguinchor [32]. Ils sont investis en partie dans le paiement de la scolarité des enfants comme c'est le cas chez les pisciculteurs de Bangui. Ces derniers achètent aussi des biens de premières nécessité comme les vêtements, les bougies, le savon, l'huile et les condiments [31]. Bien que l'aquaculture traditionnelle soit économiquement importante, elle peine à devenir une entreprise créatrice d'emplois en Basse-Casamance. Contrairement à l'Asie qui occupe la première place avec un pourcentage de 17 à 32 % de création d'emplois puis l'Afrique avec 10 % et enfin l'Amérique latine 4 % [33]. Ce même auteur soutient qu'en Afrique, cette situation se traduit par un apport de 17 à 18 % de la production totale de poissons.

5. Conclusion

Les étangs piscicoles de *Mlomp* sont en majorité parfaitement intégrée dans la forêt de mangrove. Seuls les plus éloignés de la mangrove sont considérés comme moyennement intégrés. Dix espèces de poissons sont élevées dans la zone pendant 5 à 6 mois par les producteurs. *Penaeus monodon* accidentellement introduite dans la ria Casamangaise est aussi récoltée. La pisciculture traditionnelle entraîne des impacts écologiques, environnementaux et socioéconomiques perçus par les producteurs. Le modèle piscicole de la Basse Casamance repose sur un savoir endogène noté par divers auteurs à travers le monde particulièrement en Asie. Cependant, il n'est pas encore une source génératrice d'emplois en Casamance. D'ailleurs, les revenus des producteurs y sont faibles (111,11 à 1666,6 \$/an). Néanmoins, ils jouent un rôle important dans l'alimentation des populations. Fort heureusement, les conditions du milieu sont favorables à la relance de la pisciculture traditionnelle, ce qui pourrait à long terme impulser la création d'emplois ou d'entreprises aquacoles au Sénégal.

Références

- [1] - N. NDOUR, B. SAMBOU et H. DIADHIOU, "Atouts et contraintes de la pisciculture traditionnelle de Bandial (Casamance, Sénégal) ", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (4) (2017) 1685 - 1705, Online <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- [2] - IDEE CASAMANCE, "La revalorisation des bassins piscicoles traditionnels en Casamance", fr/44786919-La-revalorisation-des-bassins-piscicoles-traditionnels-en-casamance, (2007) 1 - 17 (Avril, 2019)
- [3] - N. NDOUR, B. SAMBOU, N. BA, Y. SAMBOU N. et M. DASYLVA, "Analyse du régime alimentaire de l'ichtyofaune dans les étangs piscicoles traditionnels de la Basse Casamance (Sénégal) " *Journal of Applied Biosciences*, 119 (2017) 11849 - 11863, Online : <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v119i1.3>
- [4] - ANSD, "Situation économique et sociale, 2012". Rapport régional de Ziguinchor, (2015) 7 p. URL:<http://www.ansd.sn/ressources/ses/chapitres/2-demographie-Ziguinchor-2012.pdf>, (Février 2019)
- [5] - U. D. CHI MA and S. L. LARINDE, "Deforestation and degradation of mangrove in Niger Delta region of Nigeria : implication in a changing climate", (2016) 521 - 537, in *38th annual conference of Forestry Association of Nigeria (FAN)*, URL:<http://www.researchgate.net/299285693>, (Mai 2019)
- [6] - D. R. RICHAARDS and D. A. FRIESS, "Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012", *Proc Natl Acad. Sci USA*, Vol. 113 (2) (2016) 344 - 349, URL : www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1510272113(Mai 2019)
- [7] - N. AGARWAL, C. BONINO, A. DELIGNY, L. EL BERR, C. FESTA, M. GHISLAIN, K. HOMOLOVA, A. K. VELASQUEZ, I. KURTEV, A. O. PINTO, V. VIRAT, J. SERBAN-PENHOAT and M. THOMAS, "Getting the shrimp's share Mangrove deforestation and shrimp consumption assessment and alternatives" *SciencesPo-Paris School of international-IDDRI*, (2019) 102 p. URL : <https://www.iddri.org/sites/d>(Mai 2019)
- [8] - N. NDOUR, "Caractérisation des étangs pour une optimisation de la pisciculture traditionnelle en Basse Casamance (Sénégal) ", Thèse Unique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2018) 133 p.
- [9] - M. KOGO, K. KOGO, "Towards sustainable use and management for mangrove conservation in Viet Nam", *Mangrove management and Conservation edited by Marta Vannucci (Marta)*, 1921 SD397-M25M373; ISBN 92-808-1084-7, (2004)

- [10] - A. IDA, "Sustainable mangrove management in Indonesia : Case study on mangrove planting and aquaculture", *Mangrove management and Conservation edited by Marta Vannucci (Marta)*, 1921 SD397-M25M373; ISBN 92-808-1084-7, (2004)
- [11] - J. R. FITZGERALD, J. WILILIAM, "Integrated mangrove forest and aquaculture systems in Indonesia". *In J. H. Primavera, L. M. B. Garcia, M. T. Castaños, & M. B. Surtida (Eds.), Mangrove-Friendly Aquaculture: Proceedings of the Workshop on Mangrove-Friendly Aquaculture organized by the SEAFDEC Aquaculture Department, January 11-15, 1999, Iloilo City, Philippines (2000) 21 - 34.* Tigbauan, Iloilo, Philippines : Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department
- [12] - ANONYME, "Sustainable Coastal Livelihood: Integrated Mangrove Fishery Farming System (IMFFS) ". Final Report, (2009) 38 p. URL : www.iucn.org/sites/dev/files
- [13] - P. PELISSIER, "Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance". *Imprimerie, Fabrègue, saint Yrieix (Haute vienne)*, (1966) 939 p.
- [14] - A. J. D. BAMBARA, "Étude d'un système traditionnel d'exploitation du milieu : Cas des bassins piscicoles de la Basse-Casamance (Sénégal) ", *École inter-États des sciences et médecine des sciences vétérinaires de Dakar*, (1989) 180 p.
- [15] - O. A. BASSENE, "L'évolution des mangroves de la Basse Casamance au Sud du Sénégal au cours des 60 dernières années : surexploitation des ressources, pression urbaine, et tentatives de mise en place d'une gestion durable". *Géographie, Université de Lyon*, (2016) 310 p. <NNT : 2016 LYSES040> . <Tel-01559306>
- [16] - H. AYAO, B. A. KOUMI, C. S. NOBAH, C. B. AS THE et P. E. KOUAMELAN, "Evaluation de la compétitivité des systèmes piscicoles pratiqués en Côte D'Ivoire : gestion, alimentation et production". *In J. Biol. Sci.*, 10 (3) (June 2016) 1086 - 1097, DOI: <http://dx.doi.org/104314/ijbcs.v10i3.15>
- [17] - K. P. YOBOUE, B. R. D. ABOUA, S. BERTE, J. K. COULIBALY, N. I. OUATTARA et E. P. KOUAMELAN. "Impacts des exploitations piscicoles en cages flottantes sur la structure des macroinvertébrés benthiques dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ". *In J. BIOL. Sci.*, 12 (2) (April 2018) 769 - 780, <http://ajol.info/index.php/ijbcs>. DOI: <https://dx.doi.org/104314/ijbcs.v12i2.12>. (Mai 2019)
- [18] - Y. PENG, LI X, W. K., Y. PENG, "Effect of an integrated mangrove-aquaculture system on aquacultural health", *Frontiers of Biology in China*, 4 (4) (2009) 579 - 584, URL : [//www.researchgate.net/publication/225813833](http://www.researchgate.net/publication/225813833), (Mars 2019)
- [19] - A. BACCINI, S. DEJEAN, D. KOMPAORE, J. MOTHE, "Analyse des critères d'évaluation des systèmes de recherche d'information", (2010) 1 - 21. URL: www.irit.fr/publis/SIG/2010_ISI_BADSKNDMJ.pdf, (Mars 2019)
- [20] - A. DALALYAN, "Statistique numérique et Analyse des données", (2011) 1 - 87. URL : <http://certis.enpc.fr/~dalalyan/Download/Poly2.pdf>(Mars 2019)
- [21] - I. IMOROU TOKO, E. Y. ATTAKPA, N. M. BACO et A. I. GOUDA, "Analyse des systèmes piscicoles dans la Vallée du Niger (Nord Bénin) " *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (5) (2011) 1993 - 2003, <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- [22] - A. H. YAO, A. R. KOUMI, B. C. AS THE et E. P. KOUAMELAN, "Etat des connaissances sur la pisciculture en Côte d'Ivoire" *Agronome Africaine*, 29 (3) (2017) 227 - 244 (Mai 2019)
- [23] - J. LARSON, C. FOLKE and N. KAUTSKY, "Ecological limitations and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Colombia". *Environmental management*, 18 (5) (1994) 663 - 676, <https://doi.org/10.1007/BF02394632>

- [24] - E. C DOMINIQUE et V. NDIAYE, "Draft du Bilan des recherches sur la pêche des crevettes en Casamance", réunion de restitution des ateliers sur les zones humides, (2003) 1 - 19, Url: <http://www.ideecasamance.org/document.html>.
- [25] - D. H. LUAT et D. T. THUY, "Mangrove forests and aquaculture in the Mekong river delta", (2018) 1 - 28, URL : https://www.vnp.edu.vn/images/ØK-067_Peer-reviewed_journal_Truong, (Mars 2019)
- [26] - C. KUSMANA, "Distribution and current status of mangrove forests in Indonesia". Department of Saliculture, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, Indonesia , (2014), Url: www.researchgate.net/publication/295094762_Distribution_and_Current_Status_of_Mangrove_Forests_in_Indonesia. Doi : 10 1007/978-1-4614-8582-7_3, (Juin 2019)
- [27] - A. I. S, PURWIYANTO and F. AGUSTRIANI, "Effect of silvofishery on ponds nutrient levels". Marine Science Study Program, Faculty of Mathematic and Natural Science Sriwijaya University, Palembang, South Sumatera, Indonesia 3066, *Ilmukelautan Jun*, Vol. 19 (2) (2014) 81 - 87, ISSN 0853-7291 Url : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijms/article>, (Février 2019)
- [28] - N. KAUTSKY, P. RÖNNBÄCK and M. TROELL, "Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming", *Science Direct journal*, (2000) 145 - 161 [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00424-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00424-5)
- [29] - I. P. OBOH and N. K. EGUN, "Ground water suitability aquaculture : A case study of Agbor Delta State Nigeria", *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management*, 1 0(9) (2017) 1193 - 1199, ISSN:1998-0507, DOI: <https://ejesm.org/doi/v10i9.7>
- [30] - J. S. DIANA, "Aquaculture Production and Biodiversity Conservation", Downloaded from, *in BioScience*, 59 (1) (2009) 27 - 38, <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/59/1/27/306930> (Mars 2019)
- [31] - C. PIRIOU, "Analyse des dynamiques de développement au sein des exploitations piscicoles urbaines à Bangi", mémoires de Master en Sciences Agronomiques et Agroalimentaires Spécialité Sciences Halieutiques et Aquacoles, (2009) 86 p..URL: <https://halieutique.agrocampus-ouest.fr/memoires/200908.pdf> (Avril 2019)
- [32] - M. DASYLVA, N. NDOUR, BSAMBOU et C. T. SOULARD, "Les micro-exploitations agricoles de plantes aromatiques et médicinales : élément marquant de l'agriculture urbaine à Ziguinchor, Sénégal". *Cah. Agric.*, 27 (2018) 25004, ©M. Dasyuva et al., Published by EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018011>
- [33] - FAO, "The State of World Fisheries and Aquaculture", (2018) 1 - 227, Meeting the sustainable development goals". Rome. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO, ISBN 978-92-5-130562-1 URL : <http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>, (Mars 2019)