

MEILLEURES PRATIQUES DE GESTION DE LA CREVETICULTURE : PROTECTION ENVIRONNEMENTALE, ASSURANCES DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET DU DÉVELOPPEMENT SOCIO- ÉCONOMIQUE MALAGASY

ANDRIANTAHINA F.¹, RANDRIANJAFY V. N.
R.², RAZAFINDRAJONA J. M.^{1,3}

1: Institut Supérieur de Technologie d'Ambositra (ISTA), Ex
Bâtiment HODIMA, Ankorombe, Ambositra (306), Madagascar;
E-mail: andriantahinaf@yahoo.fr

2: Faculté des Sciences, Technologie et de l'Environnement
(FSTE), Université de Mahajanga, Mahajanga (401),
Madagascar

3: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA),
Université d'Antananarivo, Antananarivo (101), Madagascar

Résumé

La crevette est le premier produit d'exportation en mariculture à Madagascar. Elle est l'une des principales sources en devises du pays et considérée comme stratégique au niveau national. La filière crevette a connu un essor considérable et les recettes ont atteint une valeur de 92 millions de dollar en 2017. Cependant, cette filière a subi la crise et sa production a chuté à partir de 2018. Cette recherche a pour objectif (i) d'analyser la situation actuelle et les problèmes de la crevetticulture malagasy, (ii) de donner des solutions pour résoudre ces problèmes et (iii) de proposer des recommandations afin d'assurer leur exploitation durable et de protéger son environnement. Les données bibliographiques et les informations obtenues avec l'entretien ont été compilées puis traitées avec les logiciels Word et Excel 2017. Les analyses ont révélé que l'élevage industriel de crevette a des problèmes concernant les politiques commerciales, la qualité des aliments, le coût élevé de l'énergie ainsi que la protection et l'amélioration globales de l'environnement. Cette recherche a dégagé les orientations futures et les besoins de recherches en tant que solutions. La résolution des problèmes environnementaux et l'amélioration génétique sont strictement recommandées pour accompagner un développement durable de cette importante filière de production alimentaire. Une recherche sur l'amélioration génétique des crevettes fera suite à la présente étude.

Mots-clés : crevetticulture, protection environnementale, sécurité alimentaire, développement durable, Madagascar

Abstract

Shrimp are the first export product in aquaculture in Madagascar; it is one of the main sources of foreign currency and considered strategic in this country. The shrimp sector has grown considerably; its receipts reached a value of 92 million dollars in 2017. However, this sector suffered the crisis and its production fell from 2018. This research aims (i) to analyze the current situation and the problems of shrimp farming malagasy, (ii) to provide solutions in order to resolve these problems and (iii) to propose recommendations to ensure their sustainable progress and to protect its environment. Bibliographic and interview data were compiled and processed with Word and Excel 2017 software. The analyzes revealed that industrial shrimp farming has problems concerning trade policies, food quality, high energy costs as well as overall protection and improvement of the environment. This research identified the future directions and research needs as solutions. The resolution of environmental problems and genetic improvement are strictly recommended to support the sustainable development of this important food production sector. Research on genetic improvement in shrimp will be realized following this study.

Keywords: shrimp farming, environmental protection, food security, sustainable development, Madagascar

Fintina

Ny akamba na koa makamba no vokatra fanondranana voalohany amin'ny sehatry ny fiompiana an-dranomasina eto Madagasikara; isan'ny mampiditra loharanom-bola vahiny be indrindra ato amin'ity firenena ity ny makamba ka sokajiana ho fihariana stratejika amin'ny sehatra nasionaly izy. Niroborobo fatratra ny fiompiana sy ny fanondranana makamba ka nahatratra 92 tapitrisa Dolara ny vola azo tamin'ny taona 2017. Saingy indrisky fa nandalo krizy ity sehatra ity ary nilatsaka ny famokarana nanomboka ny taona 2018. Ity fikarohana ity dia mikendry (i) handinika ny toe-javamisy ankehitriny sy ny olan'ny fiompiana makamba malagasy, (ii) hanome vahaolana hamahana ireo olana ireo ary (iii) hanolotra hevitra mba hiantohana ny fampiasana maharitra azy ireo sy hiarovana ny tontolo iainana. Ny tahiry bibliografika voaangona sy ny hevidehiben'ny resadresaka nifanaovana tamin'ny mpisehatra fiompiana makamba dia natambatra ary avy eo nalamina tamin'ny rindrambaiko Word sy Excel 2017. Ny fanadihadiana dia nanambara fa ny orinasa mpiompy makamba dia manana olana amin'ny politika ara-barotra, ny kalitaon'ny sakafo, ny vidin'ny angovo

ary koa ny fiarovana sy fanatsarana ny tontolo iainana. Ity fikarohana ity dia nanome vahaolana sy torolàlana mba hamahana ireo olana ireo. Ny famahana ny olan'ny tontolo iainana sy ny fanatsarana ny fototarazo dia ampirisihina mba hentin-kanohanana ny fampandrosoana maharitra ity sehatry ny famokarana sakafo manan-danja ity. Fandalinana momba ny fanatsarana ny fototarazo amin'ny makamba no hatao aorian'ity fikarohana ity.

Teny fototra: fiompiana makamba, fiarovana ny tontolo iainana, fiarovana ara-tsakafo, fampandrosoana maharitra, Madagasikara.

Introduction

Au cours de ces dernières décennies, le premier produit d'exportation en mariculture à Madagascar est la crevette. La crevette géante tigrée (*Penaeus monodon*) est une espèce commerciale importante à Madagascar. Elle est à la fois destinée à la consommation humaine et un produit d'exportation précieux (Andriantahina et al., 2019). La filière crevette est l'une des principales sources en devises de Madagascar mais également un employeur majeur dans ce pays en développement avec un PIB (Produit Intérieur Brut) par habitant de 260 dollars. Elle est donc considérée comme stratégique au niveau national.

La crevetteiculture industrielle a connu un essor considérable. D'après MPRH (2018), Madagascar a débuté avec une production de 406 tonnes mais l'exportation de la production crevette malagasy a rapidement augmenté. En 2016, la production est de 4 200 tonnes avec une valeur de 38 millions de dollars et en 2017, elle est de 9 212 tonnes ; ce qui a donné de 92 millions de dollars. Cependant, la filière crevette a subi de la crise et sa production a chuté à partir de 2018. Les objectifs principaux de cette recherche sont (i) d'analyser la situation actuelle et les problèmes de

la crevetteiculture malagasy, (ii) de donner des solutions tout en essayant de résoudre des problèmes environnementaux potentiels et (iii) de proposer des recommandations pour une crevetteiculture responsable et durable, dans le but d'aider les décideurs, les producteurs des crevettes et les autres opérateurs économiques nationaux et internationaux. Il est important de noter que la filière crevette malagasy peut se développer de façon durable en utilisant des moyens sans danger pour l'environnement, techniquement bien adapté, économiquement viable et socialement acceptable.

Matériels et méthodes

La présente étude a été réalisée au sein des six (06) industries crevettecoles installées à Madagascar, pendant cinq (05) années consécutives, plus précisément entre 2015 et 2020.

Matériels de recherches

Les personnels des sociétés crevettecoles enquêtés sont des moyens de ressource d'information durant la descente sur le terrain dans les six (6) fermes crevettecoles concernées. Les autres sont des matériels d'enregistrement comme les fiches d'enquêtes, les matériels de prise de note (carnet de note, stylo) pour l'enregistrement des informations hors fiches d'enquêtes et les données supplémentaires, et le matériel de contact tel que le téléphone portable.

Les matériels de collecte et d'analyse des données sont constitués de la bibliothèque, des articles scientifiques et des matériels bureautiques.

Méthodologies de recherche

Collecte des données

Une visite de courtoisie auprès des autorités locales a été faite afin d'exposer la nature de la mission et de discuter la mise en œuvre de la recherche.

Avant la descente sur le terrain, le planning de recherche a été établi en fonction des objectifs spécifiques et des activités à réaliser sur le terrain. Des fiches d'enquêtes avec des questions ouvertes et fermées ont été élaborées pour réaliser cette recherche.

Études bibliographiques et entretiens

Les informations ont été obtenues à travers des revues bibliographiques relatives aux impacts de la pénéculture sur l'environnement côtier et des entretiens avec des personnels des sociétés crevetticoles. Lors de chaque entretien, toutes les informations sur l'enquêté et la situation actuelle de l'élevage de crevettes ont été collectées (Andriantahina et al., 2019) afin de dégager les principales problématiques concernant Madagascar.

Traitement et analyse des données

A la fin du travail, les informations sur la crevetticulture malagasy et les données bibliographiques rassemblées ont été inscrites sur des fiches de données brutes puis transférées dans une base de données, et ont été traitées par les logiciels Word et Excel 2017.

Résultats

Cette partie fournit plusieurs informations principales issues des études bibliographiques, des enquêtes auprès du personnel des sociétés

industrielles de crevettes et des résultats obtenus avec leurs analyses statistiques.

Environnement

La qualité de l'environnement est primordiale en élevage de crevettes. Chaque société s'est conformée aux dispositions du décret MECIE ou Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement dont le suivi est assuré par l'Office National pour l'Environnement (ONE). Dans ce cadre, chaque usine a mis en œuvre des programmes, (i) de monitoring des eaux en amont et en aval de la ferme de production, (ii) de veille sanitaire et (iii) de restauration des mangroves. Des programmes de reboisement sur la terre ferme sont aussi entrepris, pour satisfaire les besoins de toute la population des sites d'implantation.

Systèmes d'élevage et de production

Les sociétés crevetticoles appliquaient le système d'élevage semi-intensif avec pompage mais sans aération. Ce système est bien adapté au contexte de grandes surfaces d'élevage et aux conditions environnementales de Madagascar. Deux cycles d'élevage de 150 jours en moyenne sont réalisés par an et les crevettes produites pèsent environ 35 g. Les rendements de production oscillent entre 500 et 4 000 kg/ha/an.

Toutes les sociétés disposent de leur propre écloserie pour alimenter leurs bassins d'élevage en post larves, avec une densité maximale d'ensemencement de 20 post larves/m², et de leur usine pour le traitement et le conditionnement des crevettes produites.

Dans les unités de traitement et de conditionnement, les crevettes sont

soigneusement nettoyées et triées selon les normes de taille pour l'export. Suivant les exigences des clients, les produits sont transformés en plusieurs catégories avant une congélation rapide à - 10 °C et gardés en dessous de - 20 °C pour un export ultérieur par bateau ou air cargo.

Coûts de production

Les coûts de production varient toujours selon le site, l'échelle de production, le système de gestion d'eau et le rendement. Les coûts de fonctionnement pour la production des juvéniles sont environ de 14 000 Ar par 1 000 post larves. Les coûts de production des crevettes adultes sont résumés comme suit (Tableau 1):

Tableau 1: Coûts de production de crevettes d'élevage

Désignations	Coûts (Ar /kg)
Juvéniles	4 000
Aliments	16 000
Mains d'œuvres	3 200
Electricité et carburant	3 200
Produits chimiques, matériels et fournitures	3 600
Divers	1 600
Dépréciations	4 400
Total	36 000

Les aliments représentent près de 45% des charges d'exploitation des industries crevettières malagasy, soit une valeur de 16 000 Ar du coût total de la production de crevettes. Ils sont importés.

Marchés et commercialisation

Produits

Des crevettes congelées avec tête (HO : Head On), sans tête (HL : Head Less), et décortiquées (Peeled shrimp) étaient les principaux produits pour l'export aux principaux marchés tels que les Etats-Unis, l'Union Européenne et le Japon. La

limite de la possibilité de manger dans les restaurants et la raréfaction du temps de cuisiner à la maison sont dues au faible niveau de vie de la population malagasy. Les produits réfrigérés sont vendus dans les marchés locaux et sont généralement des produits de calibre (nombre de crevettes pour 1 kg) non exportable et représentent moins de 3% de tous les marchés. Les produits vivants sont principalement destinés aux restaurants locaux majunguais avec une petite quantité de moins de 0,3%.

Prix et statistiques du marché

Du point de vue valeur financière, *P. monodon* est le plus important produit aquacole commercialisé en Asie. Les prix au Japon, dont le marché exige principalement des crevettes HL (calibre 16/20) ont varié de 60 000 à 80 000 Ar / kg entre 2015 et 2020. Le marché des Etats-Unis achète principalement des crevettes HL sans et avec carapace de petite taille (calibre 21/25) à des prix variant entre 52 000 et 76 000 Ar / kg durant la même période. L'Union Européenne demande principalement de petites crevettes HO (calibre 31/40) à des prix de 38 000 à 60 000 Ar / kg entre 2015 et 2020.

Discussion

Cette partie discute les divers problèmes, donne aussi les solutions pour résoudre ces problèmes et essaie de proposer des recommandations pour assurer l'exploitation durable de crevettes et de protéger son environnement.

Problèmes et contraintes majeurs

Pour une meilleure gestion d'élevage des crevettes, les questions concernant les problèmes et les contraintes majeurs de cette activité, la socio-économie et la sécurité alimentaire doivent être abordées convenablement. Ces problèmes ne peuvent pas être généralisés, mais il est important de les identifier méticuleusement là où ils se produisent en vue d'y remédier.

Les principaux problèmes et contraintes liés à la crevetticulture malagasy sont focalisés sur la commercialisation, les aliments, la pollution des eaux côtières due aux effluents des bassins de grossissement. Les maladies virales et les problèmes de la biodiversité résultant de la collecte des juvéniles et des géniteurs sauvages, ainsi que le coût de l'énergie sont également pris en compte (IFREMER, 2006).

Commercialisation

La filière crevettière a subi la crise et sa production a commencé à chuter à partir de 2018. Cette crise est surtout due à des facteurs exogènes liés à l'augmentation du prix du pétrole et à la baisse du prix de la crevette concurrencée par *P. vannamei* sur les marchés internationaux (OCDE/FAO, 2020 ; Andriantahina et al., 2019).

Selon l'indice des prix des produits aquacoles de la FAO, les prix internationaux de l'aquaculture ont fléchi d'environ 3% en 2019, en moyenne, par rapport à l'an dernier. Ce phénomène s'explique principalement par les baisses de prix qui touchent de nombreuses espèces d'élevage importantes comme la crevette, le saumon et le tilapia à cause d'une offre supérieure à la demande. La contraction de l'économie dans certains pays, conjuguée à des tensions

commerciales entre quelques grands producteurs et importateurs, a contribué à un léger repli des échanges mondiaux des produits de l'aquaculture, de l'ordre de 1% en 2019 par rapport à 2018, tant en volume qu'en valeur (OCDE/FAO, 2020). Les prix des espèces sauvages ont davantage progressé que ceux des produits d'élevage.

Aliments

Les aliments (granulés) représentent 35 à 45% des charges d'exploitation des sociétés crevetticoles malagasy et ils sont généralement importés (Andriantahina et al., 2019, 2013).

Le stockage prolongé de granulés importés pendant le transport via la mer ou à cause de la nécessité d'importer, pour de raisons économiques, de grandes quantités de granulés à chaque fois, tend à réduire la qualité des aliments. L'utilisation fréquente des aliments de mauvaise qualité augmente significativement l'impact négatif des zones d'élevage (Boyd & Queiroz, 2001).

Une quantité considérable des aliments non consommés augmente la demande biochimique en oxygène et les quantités des nitrates et des phosphates dans les eaux réceptrices. Le risque d'impacts négatifs de ces aliments est plus grand dans les eaux fermées avec de faibles taux de changement de l'eau, où le développement excessif de la crevetticulture peut mener à l'eutrophisation et à d'autres changements de l'écosystème tels que le bloom algal et le faible taux d'oxygène dissous (Lawrence et al., 2001).

Pollution

Les effluents des bassins de grossissement polluent les eaux côtières en cas de mauvaises pratiques de gestion de l'élevage. La qualité et la

quantité des effluents sont affectées par de nombreux facteurs, notamment, le climat, le type de sol sur lequel est élevé les crevettes, le taux de renouvellement, la qualité de l'aliment, la gestion de l'aliment, le taux de nutrition et la densité d'élevage (IFREMER, 2006 ; Boyd & Queiroz, 2001).

Toutefois, les aliments représentent la cause majeure de pollution dans les effluents. La teneur excessive en composé azoté et phosphoré dans les effluents est due en grande partie à un aliment de mauvaise qualité, à sa mauvaise gestion, à une gestion inadéquate des bassins d'élevage et à un surnourrissage (IFREMER, 2006 ; Lawrence et al., 2001). La composition des effluents peut être affectée par les propriétés physiques des granulés tels qu'un fort taux de fines (mauvaise manipulation des sacs), une teneur excessive en nutriments, une mauvaise stabilité des granulés à l'eau, une mauvaise taille des aliments (Andriantahina et al., 2019 ; IFREMER, 2006).

La qualité des eaux des bassins d'élevage est en grande partie affectée par l'eau de pompage. Une pollution des eaux de renouvellement par ses propres effluents peut à terme être dangereuse pour la production crevette (IFREMER, 2006 ; Csavas, 1994). Les effluents peuvent être responsables d'une eutrophisation et d'un envasement du milieu de culture.

Les décharges de fermes peuvent causer une auto-pollution dans les zones de la domestication de crevettes ainsi que des éruptions de maladies virales.

Problèmes de la biodiversité et des maladies virales

Aucun processus de développement ou activité intensive de production alimentaire ne peut ignorer ses impacts sur la biodiversité et la crevetteculture ne fait pas une exception à cet égard. L'utilisation des juvéniles et des géniteurs sauvages capturés en aquaculture est perçue comme étant une pratique pouvant avoir des impacts négatifs sur la biodiversité aquatique (IFREMER, 2006). Cependant, l'élevage de *P. monodon* dépend toujours et presque entièrement des géniteurs sauvages capturés. L'utilisation continue des géniteurs sauvages capturés rend les sociétés crevettecoles vulnérable à la détérioration de la qualité du stock des post-larves, avec une susceptibilité aux microbes pathogènes (Briggs et al., 2005).

L'Office International des Epizooties (OIE) a déclaré Madagascar atteint par le White Spot Syndrome Virus (WSSV) au mois de mai 2012 (OIE, 2012) suite à la confirmation des analyses des crevettes de la ferme d'AQUAMEN EF. En août et septembre 2012, trois autres fermes malagasy (AQUAMAS, AQUALMA, et MARIMA) situées plus au Nord ont été également atteintes (Andriantahina et al., 2019 ; GAPCM, 2018). La propagation de ce virus dans les eaux du Canal de Mozambique a entraîné une chute de production crevette et la reconversion de certaines sociétés industrielles des crevettes (OCDE/FAO, 2020 ; Andriantahina et al., 2019). En 2016, seules trois sociétés crevettecoles sont opérationnelles dont deux en production et la troisième est en cours d'essais de redémarrage (GAPCM, 2018).

Coût de l'énergie

La crevetticulture, comme entreprise économique est sensible aux fluctuations des coûts de l'énergie, notamment, dans les systèmes intensif et semi-intensif. Même si l'énergie est principalement utilisée pour le pompage, la circulation de l'eau, l'aération et l'éclairage, le transport et la réfrigération ne sont pas à négliger. Les subventions du carburant pourraient améliorer la viabilité économique de la crevetticulture (IFREMER, 2006).

Solutions et gestions préventives

Les solutions et les gestions préventives suivantes doivent être considérées pour des raisons de gérer, d'assurer la pérennité de la crevetticulture et de protéger la biodiversité côtière malagasy :

Échange commercial

Les politiques commerciales influencent de manière importante la dynamique des échanges et les routes commerciales de la filière crevette. L'entrée en vigueur de nouveaux accords commerciaux pourrait modifier considérablement les échanges sur les marchés de crevettes. Si les accords multilatéraux se révèlent difficiles à ratifier, la possibilité que des accords bilatéraux soient conclus et ne peut pas être écartée (OCDE/FAO, 2016).

Les politiques nationales de cette filière ont aussi des répercussions sur la production crevette. Le plan quinquennal met l'accent sur les ressources renouvelables, le développement durable et la modernisation de la filière. Les mesures de soutien gouvernemental sous la

forme de subventions directes, d'exonérations fiscales ou de financement de services bénéficiant à la filière crevette tendent aussi à encourager la production. Le Ministère de l'Agriculture, d'Élevage, de la Pêche et des Ressources Halieutiques pourrait faire un accord sous l'égide de l'Organisation Mondiale du Commerce sur la suppression des subventions encourageant la crevetticulture durable (OCDE/FAO, 2020).

Innovations technologiques et gestion améliorée d'aliments

La gestion des aliments doit être améliorée grâce à l'utilisation des meilleurs aliments et des sources de protéine moins coûteuses et des innovations technologiques sur la fabrication d'aliments. L'utilisation des granulés de bonne qualité commerciale augmente la productivité crevette et atténue l'accumulation des éléments nutritifs dans l'environnement.

Les formes et les compositions nutritives améliorées des granulés réduisent les intrants d'aliments et les charges d'effluents par unité de production, tout en maintenant la productivité (FAO/GFCM, 2006). Une telle réduction implique moins de matière organique et d'éléments nutritifs déchargés dans l'environnement. Comme les innovations dans les technologies d'alimentation sont déjà bien maîtrisées, chaque société crevette malagasy doit avoir sa propre usine de fabrication d'aliment afin d'éviter les importations coûteuses et le stockage prolongé de granulés.

La gestion des aliments doit respecter les règles suivantes selon IFREMER (2006) et Jory et al. (2001) : (i) stockage dans un endroit frais, sec

et bien ventilé ; (ii) application de la règle du FIFO (First In, First Out "premier arrivée, premier partie"; (iii) les sacs doivent être stockés sur des palettes afin de permettre une circulation de l'air, et à 50 cm des murs, (iv) séparation claire des différents types de granulés ; (v) manipulation des sacs avec précaution afin de limiter le broyage des granulés en fines et (vi) protection des sacs du soleil et de la pluie.

Mesures de mitigation /protection environnementale

Pour assurer la durabilité de la crevetticulture et protéger les exploitations contre les activités mal-contrôlées, les producteurs de crevettes sont obligés de respecter les mesures plus rigoureuses de mitigation/ protection environnementale. Plusieurs modèles d'une meilleure gestion des systèmes d'élevage ont permis de réduire les impacts sur l'environnement tout en prouvant leur efficacité, ainsi que leur rentabilité, notamment :

Gestion de l'eau

En élevage semi-intensif et intensif, l'eau est la source même de la pollution et de l'auto-pollution de l'élevage, en cas de mauvaise gestion de la culture. Le changement d'eau est tellement nécessaire car il permet de limiter l'eutrophisation des bassins d'élevage, d'éliminer les produits toxiques créés au cours de l'élevage et de maintenir une eau de bonne qualité compatible avec l'élevage. Des effluents sont donc émis lors des renouvellements d'eau des bassins, lors des grosses pluies mais aussi lors des vidanges (IFREMER, 2006 ; Boyd & Queiroz, 2001).

Les éleveurs doivent faire le recyclage de l'eau qui ne nuit pas beaucoup à l'environnement car il

réduit la sortie des éléments nutritifs, les risques de maladies et les évasions.

Gestion de la biodiversité

Une approche de précaution doit être adoptée concernant l'utilisation des espèces sauvages capturées pour la crevetticulture, particulièrement en ce qui concerne la conservation de la biodiversité. La pêche des populations naturelles modifie la structure d'espèces dominantes (Chevillon, 1999). En plus, la capture des crevettes implique une perte énorme d'espèces attrapées accidentellement qui ne seront pas exploitées. L'utilisation des crevettes sauvages peuvent être la source d'introduction d'un grand nombre de virus et/ou de bactéries pouvant provoquer la perte de nombreuses exploitations.

Un autre inconvénient de la domestique des crevettes sauvages est le fait de ne pas pouvoir profiter des effets bénéfiques de la génétique ou de l'élevage.

L'application des programmes de contrôle permanent pour évaluer l'influence des facteurs externes sur la crevetticulture et les impacts de l'élevage de crevettes sur l'environnement aide à améliorer la gestion de la filière crevettière (Garrigue et al., 1999).

Utilisation efficace des énergies renouvelables

L'optimisation de la production de crevette avec une perspective d'économie en énergie devrait être largement adoptée à toutes les échelles de production.

Les sociétés crevetticoles doivent utiliser les énergies renouvelables comme les énergies solaire et éolienne pour des raisons de réduire le coût de fonctionnement et de produire enfin une

énergie propre et non polluante. La baisse des coûts de l'énergie peut doper la rentabilité dans le secteur et être une bonne nouvelle pour les éleveurs de crevettes.

Les recommandations retenues à l'issue de cette recherche se présentent comme suit :

- La consommation locale doit être promue pour éviter les problèmes de l'exportation et afin d'encourager les consommateurs locaux, par l'utilisation des systèmes d'élevage avancés, similaires aux systèmes d'aviculture et de pisciculture avancés ;

- Une stratégie spécifique et des programmes de contrôle permanent à chaque site doivent être adoptés pour évaluer et limiter au maximum les effets indésirables sur l'environnement tout en favorisant le développement durable des sociétés crevetticoles ;

- Le système des eaux fermées doit être pratiqué afin d'améliorer la biosécurité alimentaire et de réduire les problèmes des maladies ;

- L'amélioration génétique est strictement recommandée car elle est une composante de plus en plus importante de la boîte à outils de gestion et, si elle est utilisée correctement, elle offre un fort potentiel pour augmenter la production, l'efficacité et la pérennisation de la crevetticulture ;

- Il est toujours recommandé que le financement accru de la recherche en biotechnologie et les progrès visent à étendre la culture commerciale de crevettes dans le monde et à résoudre les problèmes environnementaux et la santé publique.

Conclusion

Pour que la filière crevette puisse se développer efficacement et à long terme, sur des bases objectives, et assurer que cette filière n'hypothèque pas son environnement, la gestion optimale de la crevetticulture doit maintenant être examinée avec soin dans tous les aspects non seulement de la biotechnologie, mais aussi de la sécurité alimentaire et du développement socio-économique de Madagascar. Des défis potentiels sont à gagner pour la crevetticulture tels que la gestion des politiques commerciales, la fabrication des aliments locaux efficaces, la réduction du coût de l'énergie, la protection et l'amélioration globales de l'environnement. Cette recherche a l'occasion de proposer des solutions intéressantes pour traiter et surmonter ces défis et d'apporter des recommandations rigoureuses pour accompagner un développement durable de cette importante filière de production alimentaire. La réussite de la crevetticulture dépend d'une meilleure pratique de gestion des zones d'élevage et d'une bonne qualité environnementale des cheptels.

En bref, il faut plus de recherches pour le développement durable de l'élevage industriel des crevettes afin de réduire les impacts négatifs de cette filière sur l'environnement. Par ailleurs, il faut se rappeler que la qualité n'est pas gratuite. Son obtention résulte du renforcement des capacités des éleveurs de crevettes et de la mise en application des meilleures procédures de gestion. Une étude sur l'amélioration génétique des crevettes fera suite à la présente recherche.

Références bibliographiques

- Andriantahina, F., V.N.R. Randrianjafy et J.M. Razafindrajaona (2019). Situation de la crevetticulture à Madagascar : information pertinentes. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement*, 1: 273–281.
- Andriantahina, F., X. Liu, T. Feng, et J. Xiang (2013). Current Status of Genetics and Genomics of Reared Penaeid Shrimp: Information Relevant to Access and Benefit Sharing. *Mar. Biotechnol.*, 15: 399–412.
- Boyd, C.E. et J. Queiroz (2001). Nitrogen, Phosphorus loads vary by systems. *Global Aquaculture Advocate*.: 84-86.
- Briggs, M., S. Funge-Smith, R.P. Subasinghe *et al.* (2005). Introduction and movement of two penaeid shrimp species in Asia and the Pacific. *FAO Fisheries Technical Paper*. 78p.
- Chevillon, C. (1999). *Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral «la Pénéide de Ouano» : Sédimentologie (rapport final)*. Rapport n°24 de la convention Sciences de la Mer ORSTOM/IFREMER/GIE-RA 96/1212586 du 12 novembre 1996.
- Csavas, I. (1994). Important factors in the success of shrimp farming. *World Aquaculture*. pp : 34-56.
- FAO/GFCM (2006). Report of the experts meeting for the re-establishment of the GFCM Committee on Aquaculture Network on Environment and Aquaculture in the Mediterranean. FAO Fisheries Report. 60 p.
- GAPCM (2018). La Crevetticulture Responsable. [en ligne]. [Cité en décembre 2018]. <https://www.gapcm.org/aquaculture>
- Garrigue, C., B. Richet de Forges, C. Bach, et al. (1998). *Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral "la Pénéide de Ouano" : Organismes benthiques* (rapport intermédiaire). Rapport n°23 de la convention Sciences de la Mer ORSTOM/IFREMER/GIE-RA 96/1212586 du 12 novembre 1996. 26p.
- IFREMER (2006). Impact de la crevetticulture calédonienne sur l'environnement. Etat des lieux, recommandations et recherche de bio-indicateurs des effluents. *CREMA*, 78p.
- Jory, D.E., T.R. Cabrera, D.M. Dugger, *et al.* (2001). A global review of shrimp feed management : Status and Perspectives. *World Aquaculture Society*. pp : 104-152.
- Lawrence, A.L., F. Castille, T. Samocha *et al.* (2001). Environmentally Friendly or Least Polluting Feed and Feed management for aquaculture. *World Aquaculture Society*.: 84-96.
- MPRH (2018). *Situation de la pêche et de l'aquaculture malgache*. Rapport technique. pp : 30-33. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques. Antananarivo.
- OCDE/FAO (2016). Produits halieutiques et aquacoles, In OCDE. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025*. 15p. Éditions OCDE. Paris.
- OCDE/FAO (2020). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO. Statistiques agricoles de l'OCDE (base de données)*. 14p.Éditions OCDE. Paris.

Remerciements

Notre reconnaissance s'adresse à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette recherche, en particulier les acteurs de la filière crevette dans la zone de recherches.