

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES**



**Projet de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER Académique**

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie et environnement

Thème

**La ferme pilote de crevetticulture de Hassi Ben
Abdallah (Ouargla) : Fonctionnement et impacts
environnementaux**

Présenté par : SOUFFI Ismail

Soutenu publiquement
Le : 1/7/2021

Devant le Jury :

M. KEBABSA Rafik	MCB	Président	UKM Ouargla
M. IDDER Tahar	Pr.	Encadreur	UKM Ouargla
M. KACHI Messaoud	Gérant	Co-encadreur	CNRDPA / FPECCR Ouargla
M. SAGGAI Mohamed Mounir	MCB	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2020 / 2021



Dédicaces

*Grace à Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce
travail que je dédie :*

*A mes parents : **Abdelkader & BEN RAHAL Malika***

*qui sont les plus chers dans ma vie
et que je ne remercierai jamais assez, pour tout
ce qu'ils m'ont fait avec sacrifices et avec patience*

Que dieu les garde.

Je le dédie spécialement à celle qui est et qui sera un symbole de courage

Ma Précieuse femme

Amina BELHADJ

A tous ce que j'ai de plus chers dans ce monde mes enfants

Amir Abdelkader & Mohammed Djawad

*A mes très chères sœurs **Amina & Hanane***

qui ont toujours été à mes côtés.

*A mes deux chères nièces : **Romaïssa & Ibtihel***

*A mon beau père : **Farouk Belhadj***

*vous êtes toujours présents dans mon esprit et dans mon cœur. Que vos âmes reposent en
paix.*

A ma belle-mère, A mes beaux Frères & A mes belles sœurs

A toute la famille, A tous les amis

Qui m'ont apporté affection et soutien lors de la réalisation de ce travail.

Ismail



REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail réalisé au sein de l'équipe « ferme crevetticulture et centre de recherche à Hassi Ben Abdellah * Ouargla*» sous la direction de Mr. KACHI Messaoud , mes profonds et sincères remerciements vont:*

- *Avant tout au bon DIEU de m'avoir donnée la force et la patience pour mener à terme mon travail.*
- *A mon encadreur Mr. IDDER Tahar Professeur de l'enseignement supérieur à l'Université Kasdi Merbah Ouargla pour sa précieuse aide et ses critiques constructives.*
- *A mon co-encadreur responsable de travail Monsieur KACHI Messaoud gérant de la ferme de crevetticulture..*
- *J'adresse aussi mes remerciements aux membres du jury :M. KEBABSA Rafik, Maître de Conférences à l'Université Kasdi Merbah - Ouargla, pour sa présence en tant que présidents de jury & M. SAGGAI Mohamed Mounir , Maître de Conférences à l'Université Kasdi Merbah - Ouargla, qui à bien voulu examiner ce travail.*
- *A mes collègues Mr. HAMDI A., Melle SAMALI F., Melle OUMAYA DJ. et Mme. GAAMOUR M. qui ont contribué au cours de la période de la réalisation de ce travail. Je les remercie infiniment pour leur précieux conseils et leur disponibilité toute au long de mon étude.*
- *Je tiens à remercier tous les enseignants de mon cursus universitaire, qui ont contribué à ma formation travail.*
- *Mes respects et reconnaissances vont à M^{elle} BOURAI K. pour son encouragement et son aide au cours de la période de réalisation de ce travail*
- *En fin, je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette modeste étude.*

Liste des figures

Figure 1. Morphologie externe des crevettes pénéidae (Wabete, 2005).....	5
Figure 2. Vue dorsale et latérale d'une carapace des Pénéidae (Tavares, 2002).	6
Figure 3. Distribution géographique de <i>L. vannamei</i> (FAO, 2007).....	6
Figure 4. Schéma du cycle vital des crevettes pénéides (Source : Motoh, 1981, modifié par Rafalimanana, 2003).	7
Figure 5. Production mondiale de Crevetticulture par région de 2000 jusqu'à 2019 (FAO et GOAL Data in Anderson,2017)	8
Figure 6. Situation géographique de la wilaya de Ouargla (Berkal, 2011).	17
Figure 7. Diagramme Ombrothermique de la région Ouargla.....	20
Figure 8. Etage bioclimatique de la région d'Ouargla	21
Figure 9. Situation géographique de la ferme pilote de crevetticulture de Ouargla (Google Earthe,2021)	22
Figure 10. Mélasse et aliment granulé et bassin de biofloc	23
Figure 11. Variation moyenne de la température des eaux d'élevage (Biofloc).	26
Figure 12. Variation moyenne d'O ₂ dissous dans les eaux d'élevage (Biofloc).....	27
Figure 13. Variation moyenne du pH des eaux d'élevage (Biofloc).	28
Figure 14. Variation moyenne de MES dans les eaux d'élevage (Biofloc).....	28
Figure 15. Fluctuation de l'alcalinité du milieu Biofloc.....	29
Figure 16. Fluctuation du NH ₄ ⁺ et NO ₂ ⁻	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition biochimique du biofloc selon différents auteurs. Résultats exprimés en % de la matière sèche.	11
Tableau 2 : Recommandations physico-chimiques pour REUE en agriculture (Journal Officiel De La République Algérienne, 2012).....	16
Tableau 3 : Données climatiques de la station de Ouargla sur la période 2009-2018.....	18
Tableau 4 : Caractéristiques ioniques de l'eau d'élevage	31

Liste des abréviations

ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques

CE: Conductivité électrique

DBO₅ : Demande biologique en oxygène en 5 jours.

DCO : Demande chimique en Oxygène

EUE : Eaux Usées Epurées

FAO: Food and Agricultural Organization (Organisation des Nations Unies)

O.N.M : Office National de Météorologie

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA: Office Nationale de l'assainissement

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurées

SOMMAIRE

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Généralités

1. Généralités sur la crevette <i>Litopenaeus Vannamei</i>	4
1.1. Biologie	4
1.1.1. Systématique	4
1.1.2. Morphologique.....	4
1.1.3. Habitat.....	6
1.1.4. Cycle biologique.....	6
2. Définition de l'aquaculture.....	8
2.1. Crevetticulture.....	8
3. Principe de l'élevage en biofloc	9
3.1. Applications du système en biofloc à l'élevage de la crevette.....	10
3.2. Composition et valeur nutritive du floc.....	10
4. Caractérisation des rejets des élevages aquacoles	11
4.1. Rejets directs.....	11
4.2. Rejets métaboliques.....	12
4.3. Rejets liés aux systèmes d'élevage.....	12
5. Effet de la réutilisation des eaux usées épurées	12
5.1. Effet sur l'environnement.....	12
5.1.1. Avantages de la réutilisation de l'eau usée	12
5.1.2. Risques et impacts négatifs	13
5.2. Effets sur le sol	13
5.3. Effets sur les cultures	13
5.4. Effets sur les eaux de surface.....	14
5.5. Effets sur la nappe phréatique	14
6. Normes de la réutilisation des eaux usées (normes de l'OMS).....	14
7. Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie	15
7.1. Gestion des eaux usées épurées en Algérie	15

Chapitre II: Matériels et Méthodes

I. Présentation de la région d'étude.....	17
1. Situation géographique	17
2. Caractéristiques climatiques	17

2.1.	Températures.....	18
2.2.	Précipitations.....	18
2.3.	Vents.....	19
2.4.	Evaporation.....	19
2.5.	Humidité.....	19
3.	Synthèse Climatique.....	19
3.1.	Diagramme Ombrothermique du Gausсен.....	19
3.2.	Climagramme pluviothermique d'EMBERGER.....	20
4.	Hydrogéologie de la région.....	21
5.	Présentation du site d'étude.....	22
6.	Protocole expérimental préparation du milieu d'élevage.....	23
7.	Prélèvement des échantillons.....	23
7.1.	Température et oxygène dissous.....	24
7.2.	Salinité et pH.....	24
7.3.	Alcalinité.....	24
7.4.	Composés azotés (NH_4^+ et NO_2^-).....	24
7.5.	Matières en suspension (MES).....	24
8.	Analyses ioniques.....	24
8.1.	Le SAR.....	25

Chapitre III:Résultats et Dissecussions

1.	Caractérisation physico-chimique des eaux d'élevages.....	26
1.1.	Température.....	26
1.2.	Oxygène dissous.....	26
1.3.	Potentiel d'Hydrogène (pH).....	27
1.4.	Matières en suspension (MES).....	28
1.5.	Alcalinité.....	29
2.	Substances azotées.....	29
3.	Cations et les anions.....	31
	Conclusion.....	33
	Références.....	34

Introduction

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire aux besoins des générations futures (OMS, 2012).

L'eau est indispensable à la vie de plusieurs façons: eau salubre pour boire, eau en quantité suffisante pour assurer une production alimentaire et industrielle. La demande d'eau augmente à un rythme soutenu et le développement de nouveaux systèmes d'approvisionnements engendre des coûts importants. En même temps, la pollution accrue des eaux accentue le déséquilibre entre l'offre et la demande d'où un contrôle des pollutions de l'eau est urgent. Il doit se faire sur la base de règles de protection de l'environnement relatives aux modes de production industriels et agricoles (Meddi, 2006).

Pour une gestion durable de la ressource en eau, les réglementations nationales et internationales se renforcent, instaurant des normes de plus en plus exigeantes sur les prélèvements d'eau et les rejets en milieu naturel.

A la fois pour satisfaire aux réglementations et pour avancer vers de meilleures pratiques en aquaculture, la première question est celle de la mesure ou de l'évaluation fiable des rejets effectifs d'une unité de production aquacole. Ces rejets dans le milieu sont variables car étroitement liés aux pratiques d'élevage, au métabolisme et au stade de développement des espèces, ainsi qu'à la composition de l'aliment (Blancheton et *al.*, 2004).

L'aquaculture est actuellement le seul secteur de production dont l'accroissement dépasse celui de l'humanité. Le développement de ce secteur s'est traduit par la mise au point de systèmes à même de traiter les effluents d'élevages intensifs.

Le biofloc est l'un de ces systèmes, et est des plus ingénieux et des plus adaptés à la crevetticulture ou à l'élevage de poisson capable de consommer des particules (comme le tilapia). En appliquant un bullage suffisant à une eau suffisamment chargée de rejets azotés (des concentrations d'ammoniac de 10 mg/l sont évoquées) et de carbone organique, les bactéries dégradent les matières organiques qui s'agglomèrent (phénomène de floculation), avec différents éléments (algues, plancton, etc.) pour former des particules d'environ un millimètre qui resteront dans la colonne d'eau du fait du bullage (Schneider et *al.*, 2005).

Ces particules de Biofloc peuvent s'enrichir d'autres organismes tels que les algues où les protozoaires (animaux unicellulaires), en fonction de ce qui est présent dans le système. Ces

particules sont à même de réaliser le cycle de l'azote et sont donc en cela très utiles à l'épuration (Avnimelech, 2009).

La crevetticulture a commencé dans les années 1960-1970 et a connu une croissance très rapide, stimulée par la demande aux États-Unis, au Japon et en Europe occidentale. Elle a débuté par une culture traditionnelle d'animaux sauvages à faible densité en milieu naturel (étang) puis s'est petit à petit intensifiée en favorisant l'élevage d'animaux domestiqués en milieu contrôlé (Chim et *al.*, 2002 ; Chamberlain, 2010).

La grande majorité des crevettes d'élevage appartient à la famille des *Penaeidae* représentée par deux espèces seulement, *Litopenaeus vannamei* (crevette à pattes blanches) et *Penaeus monodon* (crevette géante tigrée) ; ces deux espèces sont à l'origine de 90 % de la production crevetticole mondiale. Elles ont été retenues pour l'aquaculture car elles possèdent de bonnes performances de reproduction et de croissance en captivité (FAO, 2012).

L'élevage de la crevette en Algérie fait partie des créneaux à promouvoir dans la politique du secteur. La ferme pilote de crevetticulture à Ouargla représente un projet stratégique pour l'aquaculture, entrant dans le cadre de partenariat entre l'Algérie et la République de la Corée de Sud, et qui va sans aucun doute contribuer à développer et à vulgariser ce type d'élevage pour les futures investisseurs voulant se lancer dans ce créneau à travers le programme de développement de la recherche scientifique, qui devrait s'effectuer entre le Centre National de la Recherche et du Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) et les scientifiques spécialisés, émanant des différentes universités du pays.

L'année 2015 a vu le premier essai d'élevage de la crevette *Litopenaeus vannamei*, importée de la Floride (Etats Unis d'Amérique), une espèce reconnue pour sa large tolérance aux variations de salinité allant de 0,5 ppt à 45 ppt, dans un milieu contrôlé (Biofloc), qui se caractérise par une limitation ou absence totale de renouvellement d'eau.

Nombreuses études à l'échelle nationale et internationale ont confirmé les effets positifs d'irrigation par les eaux d'élevage aquacole sur les sols et le végétal. Parallèlement, cette nouvelle pratique dans la région d'Ouargla peut également avoir des impacts positifs ou néfastes pour les compartiments de l'environnement.

Les objectifs de notre travail sont :

- Décrire la ferme pilote de crevetticulture et son fonctionnement ;

- Déterminer les paramètres physico-chimiques des eaux d'élevage (Biofloc) ;
- Evaluer les possibilités de leur valorisation dans le domaine agricole.

Ce manuscrit est subdivisé en trois parties, la première partie présente une synthèse bibliographique sur les différents aspects abordés dans la partie expérimentale. La deuxième partie expliquera les matériels et les méthodes que nous avons utilisés. La troisième traite des résultats obtenus et des discussions dégagées des résultats analysés. Nous terminerons ce travail par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I :

Généralités

1. Généralités sur la crevette *Litopenaeus Vannamei*

1.1. Biologie

1.1.1. Systématique

Il existe près de 2500 espèces de crevettes dans le Monde, cependant seules 12 d'entre elles font l'objet d'élevage. Ces dernières appartiennent toutes à la famille des Penaeidae (Jory et Cabrera, 2003), La famille des crevettes pénéides comprend plus de 300 espèces réparties surtout dans les mers chaudes et tempérées. La plupart des espèces vivent dans des zones peu profondes (Maisonneuve et Larose, 1990). Les espèces prédominantes sont, dans l'ordre d'importance : *Penaeus monodon*, *P. chinensis*, *P. indicus* et *P. merguensis* pour les pays de l'Océan Indien et du Pacifique, et *P. vannamei* et *P. stylirostris* pour les pays d'Amérique centrale et du Sud (Stern, 1995).

La position systématique de la crevette *Penaeus vannamei* est la suivante (Pérez Farfante et Kensley, 1997):

Règne: Animalia (Boone, 1931).

Embranchement: Arthropoda.

Sous embranchement: Crustacea (Brünnich, 1772).

Classe: Malacostraca (Latreille, 1802).

Sous classe: Eumalacostraca (Grobber, 1892).

Super ordre : Eucarida (Calaman, 1904).

Ordre : Decapoda (Latreille, 1802).

Sous ordre : Dendobranchiata (Bate, 1888).

Famille : Penaeidea (Boone, 1931).

Genre : *Litopenaeus* (Perez, 1997).

Espèce : *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

1.1.2. Morphologie

Les Pénéides possèdent un corps allongé, latéralement compressé, avec un développement important de l'abdomen adapté pour la nage. Chaque segment est en fermé par un tégument dorsal et un sternum ventral. Comme tout arthropode, les crevettes présentent une symétrie bilatérale bien marquée. Elles sont formées de deux régions bien distinctes (Beaumont et al, 1981) :

Le Céphalothorax est recouvert d'une carapace avec une épine hépatique d'un seul tenant. La tête (5 segments) et le thorax (8 segments) sont fusionnés à l'intérieur d'un céphalothorax complètement recouvert par une carapace, d'où le nom de Céphalothorax (Fig.1). Ces dernières sont séparées par un sillon cervical très court, n'atteignant pas la région dorsale (Fig.2).

D'un côté, la tête comporte : une bouche, deux yeux pédonculés et cinq paires d'appendices sensoriels : les antennules, antennes, mandibules, maxillules et maxilles. De l'autre côté, le Thorax ou Péréion dispose d'appendices appelés « péréiopodes » ou pattes thoraciques dont les trois premières paires sont munies de pinces de forme identique et qui augmentent légèrement de taille vers l'arrière ; les deux dernières paires bien développées, se terminant par des griffes simples.

L'Abdomen ou Pléon, partie segmentée, est constituée de six métamères nettement individualisés. Les segments sont articulés entre eux et mobiles dans le plan sagittal. Chaque métamère dispose d'une paire d'appendices appelés pléiopodes.

L'abdomen se termine par le Telson. Celui-ci forme avec la dernière paire de pléiopodes une puissante nageoire caudale : c'est l'Uropode. Pour se protéger, les crevettes ont un rostre bien développé et garni d'épines dorsales et ventrales.

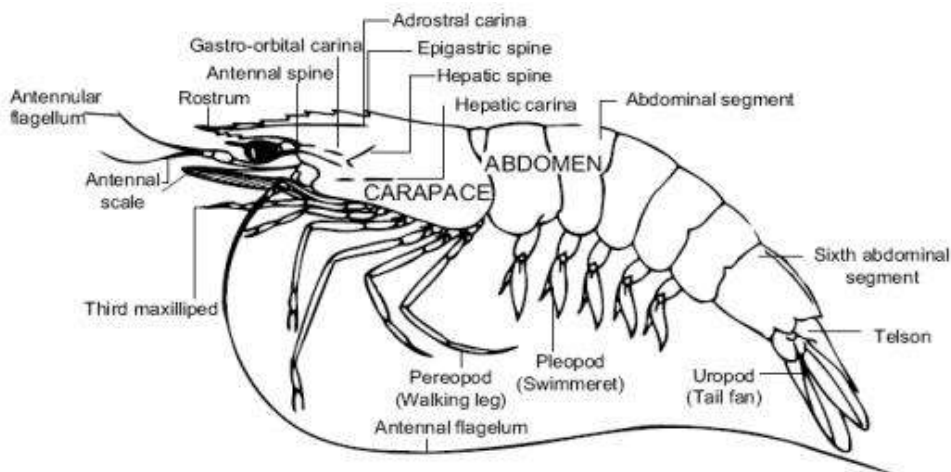


Figure 1. Morphologie externe des crevettes pénéidae (Wabete, 2005).

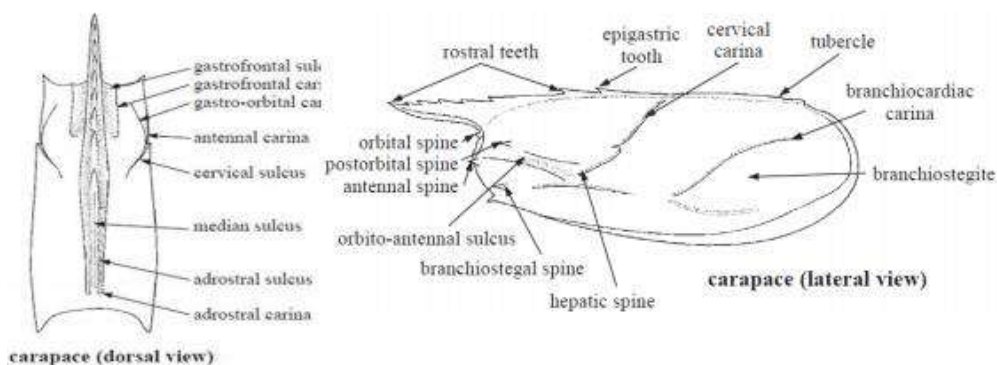


Figure 2. Vue dorsale et latérale d'une carapace des Pénéidae (Tavares, 2002).

1.1.3. Habitat

La crevette à pattes blanches est indigène de la côte Pacifique Est de Sonora, du Mexique dans le nord, de l'Amérique centrale et du Sud, loin au sud elle se trouve à Tumbes au Pérou (Fig. 3). Elle se trouve aussi dans les zones où les températures de l'eau sont normalement supérieures à 20°C tout au long de l'année. *Penaeus Vannamei* vit dans les habitats marins tropicaux. Les adultes vivent et pondent en mer ouverte, alors que les postlarves émigrent vers la côte pour passer leur stade de juvénile, et sub-adulte dans les estuaires côtiers, les zones lagunaires ou les mangroves (FAO, 2007).



Figure 3. Distribution géographique de *L. vannamei* (FAO, 2007).

1.1.4. Cycle biologique

La plupart des crevettes pénéides ont un cycle amphibiotique alternant une phase marine et une phase estuarienne. De nombreuses études ont été faites sur les cycles biologiques des

crevettes pénéides côtières : sur les côtes ouest-américaines (Gross, 1973 ; Edwards, 1978), sur les côtes est-américaines (Pérez Farfante, 1969), aux Indes (Jones, 1969), au Japon, sur la côte nord-ouest de Madagascar (Marcille, 1978), et sur la côte ouest-africaine (Garcia et Lhomme, 1977).

Les différents stades du cycle biologique des crevettes pénéides des plateaux continentaux se schématisent de la façon suivante (Fig. 4) : les femelles pondent des œufs au niveau du fond et en mer vers le large.

De ces œufs éclosent des larves planctoniques au stade « **nauplius** ». Le développement larvaire s'effectue à travers plusieurs stades successifs : cinq stades « **nauplius** », trois stades « protozoe » et trois stades « **mysis** ». La dernière « **mysis** » subit une mue qui la transforme en **postlarve**. Les premiers stades **postlarves** sont encore planctoniques, mais les suivants sont semi-benthiques. Les **postlarves** pénètrent dans les estuaires ou se rapprochent de la côte. Lorsque les crevettes ont acquis leur formule rostrale définitive, elles sont qualifiées de « **juvéniles** ». À ce stade, les crevettes quittent le milieu estuarien et migrent vers les zones intertidales (zone de balancement des marées). Elles sont appelées « **sub adultes** » lorsque les organes sexuels externes (petasma chez les mâles et thelycum chez les femelles) sont entièrement formés. Les crevettes retournent en mer lorsqu'elles atteignent une dizaine de centimètres.

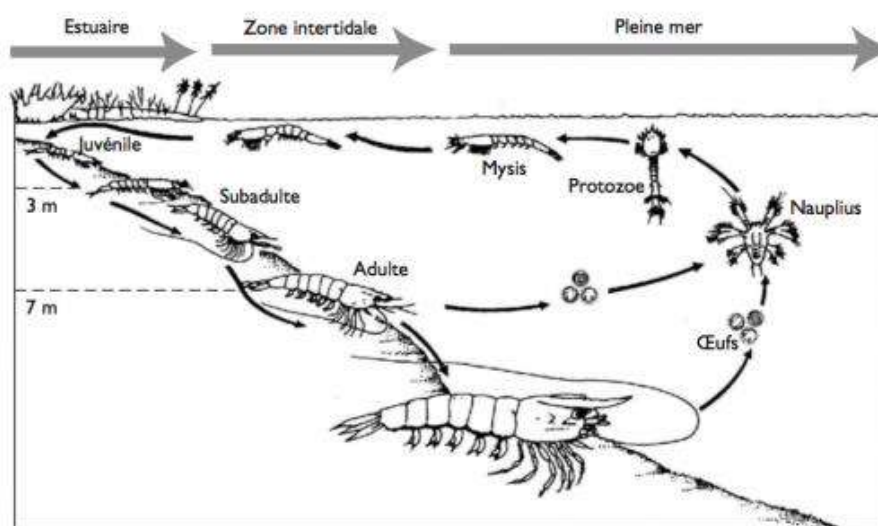


Figure 4. Schéma du cycle vital des crevettes pénéides (Source : Motoh, 1981, modifié par Rafalimanana, 2003).

2. Définition de l'aquaculture

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques » (Barnabe, 1991). L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées (Benidiri, 2017).

Elle s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales :

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'astaciculture définissant l'élevage de l'écrevisse genre astacia.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- L'échiniculture concerne l'élevage des oursins.
- La Crevetticulture concerne l'élevage des crevettes (Benidiri, 2017).

2.1. Crevetticulture

Ces dernières années, la production mondiale de crevettes a connu une forte croissance. En 2017, la production de crevettes de l'Equateur devrait osciller entre 70 millions de livres de crevettes (394.625 tonnes) et 421.565 tonnes, soit une hausse de 8 à 15% d'une année sur l'autre, selon les dirigeants de l'industrie (FAO, 2017) (Fig. 5).

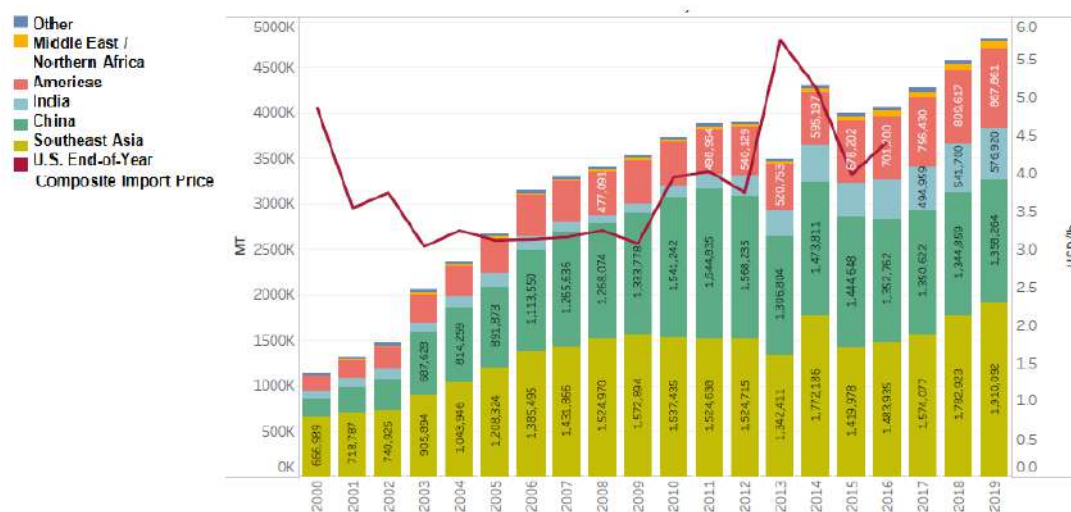


Figure 5. Production mondiale de Crevetticulture par région de 2000 jusqu'à 2019 (FAO et GOAL Data in Anderson, 2017)

La crevette *Litopenaeus vannamei*, également connue sous le nom de crevette blanche du Pacifique, est une espèce marine vivant dans les eaux tropicales de l'océan Pacifique et l'Asie jusqu'à le Japon, a été introduite dans plusieurs pays et élevée déjà dans les zones sahariennes aux Etats Unis et en Egypte, la technique d'élevage est maîtrisée et le cycle de grossissement est court (3 mois), la crevette blanche tolère et s'adapte à des basses teneurs de salinités et en eau douce, cette espèce préfère les eaux chaudes, et n'exige pas un grand taux de protéine dans le régime alimentaire.

Ouargla est devenue «un pôle important et une zone pilote dans la production aquacole». La ferme pilote est considérée comme la deuxième ferme de Crevetticulture en Algérie. Elle est établie au niveau de la wilaya de Ouargla pour le grossissement des crevettes, permettant aux investisseurs de bénéficier de larves pré grossies de crevettes et des aliments spécifiques à cette espèce produits au sein de la ferme pilote, Par ailleurs, les professionnels intéressés par cette activité pourront bénéficier de formation pratique au sein de cette ferme où l'encadrement sera assuré par des experts en la matière.

3. Principe de l'élevage en biofloc

Le principe de l'élevage en biofloc est de développer dans la colonne d'eau une population diversifiée de microorganismes comprenant des micro-algues, du zooplancton et des bactéries. Ces micro-organismes jouent le rôle d'un filtre biologique en pleine eau en dégradant la matière organique en excès et en éliminant les formes azotées toxiques pour la crevette. Le système d'élevage en biofloc ne nécessite donc peu ou pas de renouvellement d'eau mais en contrepartie il doit être constamment oxygéné et remis en suspension. En outre, la microfaune et la microflore dont les bactéries constituent un complément alimentaire riche en nutriments et oligo-éléments essentiels pour les crevettes. Le développement des bactéries hétérotrophes qui représentent une source nutritionnelle en protéines est favorisé par l'ajustement du rapport C : N du milieu d'élevage : le C :N optimal se situe entre 10 :1 et 22 :1 (Avnimelech,2009). Ce rapport C/N est ajusté, dans la plupart des cas, par l'ajout au milieu d'élevage d'une source de carbone sous forme de carbohydrate (mélasse de canne, amidon, tapioca, etc.). Cependant, l'utilisation d'un aliment artificiel faible en protéines favorise également l'élévation du rapport C/N (Avnimelech, 1999).

3.1. Applications du système en biofloc à l'élevage de la crevette

Initiée au Centre Océanologique du Pacifique dans les années 1980 (Blancheton *et al.*, 1987), cette méthode d'élevage est actuellement très utilisée dans le monde pour les élevages en grossissement de crevettes et de tilapias. Le système d'élevage en biofloc confère de nombreux avantages :

- En termes de biosécurité, la technique en biofloc est particulièrement appropriée dans la mesure où les échanges d'eau entre le milieu d'élevage et l'environnement extérieur sont minimales. Cette technique d'élevage réduit de façon considérable les risques d'entrée de pathogènes tout en minimisant les impacts sur l'environnement. Dans le contexte actuel de la crevetticulture mondiale, avec l'émergence de nouvelles maladies comme l' « *Acute hepatopancreatic necrosis disease* » (AHPND), l'élevage en biofloc pourrait représenter une solution d'avenir (Browdy *et al.*, 2014).
- En termes nutritionnel, l'élevage en biofloc procure aux animaux un complément d'aliment naturel composé de matières organiques et de microorganismes.
- En termes de rendement, l'élevage en biofloc est un système hautement intensifié, les biomasses de crevettes finales pouvant atteindre 7 à 10 kg.m⁻³ (Otoshi *et al.*, 2007 ; Mishra *et al.*, 2008 ; Arnold *et al.*, 2009).

3.2. Composition et valeur nutritive du floc

Le floc est un agrégat d'algues, de bactéries, de parasites protozoaires, de restes d'aliments et de matière organique (Jorand *et al.*, 1995). L'ensemble des flocons sont tenus et colmatés les uns aux autres, soit par une matrice de mucus sécrétée par les bactéries, ou bien liées par des filaments des microorganismes, ou tenus par attraction électrostatique (Hargreaves, 2013). La communauté de la floculation comprend aussi des animaux brouteurs comme les zooplanctons et les nématodes. Une large floculation peut être observable à l'œil nu, mais la plupart sont microscopiques.

Les flocons dans une eau verte (dominance des algues vertes) sont un peu larges de 50 à 200 microns, et se sédimentent facilement dans une eau calme. La qualité nutritionnelle du floc bactérien pour les animaux d'élevages, est variable selon leur teneur en protéines et en lipides. Le contenu nutritionnel des bioflocons comprend des protéines dans des gammes de 25 à 50%, bien que la gamme prédominante se situe entre 30 et 45% et de 0,5 à 15 % pour les lipides (Hargreaves, 2013). Le BFT peut être une source d'acides aminés; méthionine et

lysine, ou source de vitamines et de minéraux, spécialement le phosphore, en même temps il peut y avoir des effets probiotiques. Le floc bactérien séché avait été proposé et utilisé dans l'alimentation aquacole comme ingrédient et ce, pour remplacer les farines de poissons.

La valeur nutritionnelle du biofloc répond généralement bien aux besoins des crevettes Pénéides (Burford et al., 2004 ; Wasielesky et al., 2006 ; Ju et al., 2008b ; Xu et Pan, 2013a). Cependant, cette valeur nutritionnelle est très variable suivant le système de biofloc (Tab. 1) et pour un même système, elle évolue avec le temps.

Tableau 1 : Composition biochimique du biofloc selon différents auteurs. Résultats exprimés en % de la matière sèche.

Auteurs	Protéines brutes (%)	Lipides (%)	Carbohydrates (%)	Cendres (%)
McIntosh et al. (2000)	43	12,5	-	26,5
Tacon et al. (2002)	31,2	2,6	-	28,2
Wasielesky et al.(2006)	31,07	0,49	23,59	44,85
Azim et Little (2008)	37,93-38,41	3,16-3,23	-	11,83-13,38
Megahed (2010)	19,8-20,1	11,6-11,9	-	-
Xu et Pan (2012)	25,61-31,14	2,17-2,66	-	27,12-38,87
Becerra-Dórame et al. (2012)	17,5	6,5	34,9	41,1

4. Caractérisation des rejets des élevages aquacoles

Les rejets des espèces aquacoles sont caractérisés par leur dilution variable mais élevée en comparaison avec les autres productions animales ou les eaux de rejets industriels. On doit distinguer les rejets directs émis par les animaux et les rejets liés à l'ensemble du système d'élevage.

4.1. Rejets directs

Les rejets des crevettes sont issus de la partie non ingérée de l'aliment (parfois inexistante), de la partie absorbée mais non digérée (féces) et de l'utilisation partielle de l'aliment absorbé. En effet, l'aliment est utilisé comme source d'énergie et de croissance avec une efficacité inférieure à 100% entraînant la production de déchets métaboliques.

4.2. Rejets métaboliques

Les crevettes excrètent des composés dissous azotés et phosphorés au travers des branchies issus du métabolisme oxydatif de l'aliment (Breton, 2005). Les protéines sont en partie utilisées pour la synthèse de molécules protidiques (utilisées pour la croissance, la production de produits génitaux et de mucus) et en partie pour répondre aux besoins énergétiques (activité musculaire, métabolisme basal et régulation).

La dégradation des protéines produit de l'azote ammoniacal total (AAT) ou $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ (70-90% du N dissous) et de l'urée (10%) (Fivelstad *et al.*, 1990 ; Kaushik et Cowey, 1991). Les excréctions des nitrates (NO_3) et des nitrites (NO_2) sont négligeables (Kaushik, 1980).

4.3. Rejets liés aux systèmes d'élevage

Les caractéristiques des rejets dépendent du type de système d'élevage considéré. Pour un tonnage produit donné, les concentrations en matières solides et dissoutes de l'effluent rejeté, de même que les débits à traiter sont très variables selon le type de système utilisé (Gowen et Bradbury, 1987 ; Beveridge *et al.*, 1991 ; Lavenant *et al.*, 1995).

5. Effet de la réutilisation des eaux usées épurées

5.1. Effet sur l'environnement

5.1.1. Avantages de la réutilisation de l'eau usée

L'eau usée et d'autres eaux de mauvaises qualités sont importantes dans le contexte de la gestion globale des ressources en eau. En libérant des ressources d'eau douce pour l'approvisionnement domestique et d'autres usages prioritaires, la réutilisation apporte une contribution à la conservation de l'eau et de l'énergie et améliore la qualité de la vie. L'eau usée peut avoir des résultats agronomiques positifs. D'ailleurs, les systèmes d'utilisation d'eau usée, lorsqu'ils sont correctement planifiés et contrôlés, peuvent avoir un impact environnemental et sanitaire positif, à côté de rendements agricoles accrus (F.A.O, 2003 ; Idder *et al.*, 2005 ; Seild *et al.*, 2006).

Également, lorsque l'eau usée est utilisée correctement à des fins agricoles, plutôt que toute autre utilisation, l'environnement peut être amélioré avec quelques avantages environnementaux (F.A.O, 2003) :

- la suppression de rejet en eaux de surface, prévient l'éventualité de situations esthétiques désagréables, de conditions anaérobies dans les cours d'eau et l'eutrophisation des lacs et réservoirs ;
- la sauvegarde des ressources en eaux souterraines dans les zones de surexploitation de ces ressources par l'agriculture. Cette surexploitation pose le problème de l'épuisement et de l'intrusion du biseau salin ;
- la possibilité de conservation des sols et de leur amélioration par apport de matière organique sur les terres agricoles et de prévention de l'érosion.

5.1.2. Risques et impacts négatifs

En plus des problèmes environnementaux, les eaux usées épurées réutilisées peuvent engendrer des problèmes sanitaires à la population exposée du fait de la présence des risques de transmission des microorganismes pathogènes ou des éléments chimiques toxiques aux agriculteurs ou aux ouvriers utilisant cette eau. Cette transmission vers les utilisateurs peut se produire de trois manières : au contact des eaux, par inhalation des eaux pulvérisé en aspersion ou par consommation des produits agricoles irrigués par les eaux usées épurées (Baumont et *al.*, 2004).

5.2. Effets sur le sol

Selon Schriver-Mazzuoli (2012), les sols des régions arides et semi-arides contiennent d'importantes concentrations de composés minéraux comme les sels, dans ces zones la quantité d'eau qui percole dans le sol en profondeur est minimale du fait que le peu de précipitation s'évapore très rapidement en déposant du sel. A l'opposé, les précipitations importantes des climats humides permettent un lessivage des sels qui sont entraînés dans les nappes et les cours d'eau. Les eaux usées épurées sont très chargées et salées, qui peuvent aggraver la salinité des sols originellement salés (Idder et *al.*, 2014).

5.3. Effets sur les cultures

Les eaux usées épurées produisent un problème de phytotoxicité. Au-delà de l'effet global de certains constituants de l'eau usée sur les cultures irriguées comme la salinité, l'eau usée peut potentiellement créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme

le bore et quelques métaux lourds. Les nécroses sur les feuilles identifient des symptômes de toxicité au bore chez les cultures sensibles au bore. Les aspects de toxicités ont à discuter plus en détail en relation avec l'utilisation des boues résiduaires en agriculture (F.A.O, 2003 ; Idder et *al.*,2014).

5.4. Effets sur les eaux de surface

Le problème d'eutrophisation et du déficit en oxygène, dû à la présence de nutriments dans l'eau usée, est particulièrement important quand l'effluent est déchargé dans les étendues d'eau (fleuves, lacs et mer). L'azote est le facteur limitant pour la croissance des algues en mer, alors que N et P sont les facteurs limitants dans les lacs, les bassins d'eau salée et dans les barrages où l'eau usée est stockée avant irrigation (F.A.O, 2003).

5.5. Effets sur la nappe phréatique

La dégradation de la qualité des eaux souterraines par des constituants de l'eau usée est possible (salinisation, alcalinisation et pollution causée par les nitrates, les phosphates ou les micropolluants). A titre indicatif, on peut citer le cas dans le périmètre de Sokra, du côté de Tunis (Zekri et *al.*,1997).

6. Normes de la réutilisation des eaux usées (normes de l'OMS)

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) reconnaît, depuis les années 1970, l'importance de la réutilisation des eaux usées en agriculture ainsi que ses avantages environnementaux et socio-économiques. En effet, l'OMS a défini quatre mesures pour réduire le risque de la réutilisation des eaux usées sur la santé publique, dont : le traitement de l'eau, la limitation des cultures, le contrôle de l'utilisation des eaux usées et le contrôle de l'exposition à ces eaux (OMS, 1989). Par conséquent, l'OMS a élaboré une directive qui prend en considération ces quatre mesures en vue d'une réutilisation adéquate des eaux usées en agriculture. Elle a été nommée, la directive concernant la qualité microbiologique des eaux usées utilisées en agriculture (Daddi Bouhoun, 2010). Cette directive a été ensuite suivie de deux autres directives allant toujours dans le sens de l'amélioration du contrôle des conditions de réutilisation des eaux usées en agriculture. Il s'agit des directives de l'OMS de 2006 et de celle de 2012.

7. Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie

Le gouvernement d'Algérie connaît la nécessité des ressources hydriques additionnelles dans la mesure où le pays se caractérise par un climat aride et semi-aride. Parmi elles, la réutilisation des eaux usées traitées relève d'une exceptionnelle pertinence, d'autant que des investissements importants ont été faits dans les eaux résiduaires en sortie des stations d'épuration. Avec un traitement additionnel, elles peuvent servir à plusieurs usages, et en particulier à l'arrosage en agriculture. Néanmoins et au-delà des avantages clairs de la réutilisation, les contraintes sont multiples, en termes de législation et surtout de qualité. S'il est évident que la réutilisation des eaux usées possède un grand avenir en Algérie, il est aussi impératif de créer les conditions nécessaires à son développement.

En effet, un traitement des eaux usées permet d'atteindre des niveaux de qualité de rejets autorisant la pratique d'irrigation agricole. Sur les 107 stations d'épuration (STEP) en exploitation à travers le pays, 18 STEP sont concernées par la REUE au bénéfice de l'Agriculture, dont le volume réutilisé est estimé à 14,7 Millions de m³ afin d'irriguer près de 12 000 ha de la superficie agricole. Il s'agit des stations d'épuration suivantes : Kouinine (El Oued), Ouargla, Guelma, Boumerdès, Ain Hadjar, Saïda, Bordj Bou Arreridj, Souk Ahrass, Mascara, Bouhnifia, Hacine, Oued Taria, Hachem, Ghriss, Sehaouria, Tizi et Mohammadia. A la fin de 2014, le volume réutilisé est estimé à 20 millions de m³ irriguant près de 12 000 hectares de superficie agricole. Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles évoluera d'une manière significative d'environ 20 millions de m³ en 2014 à 40 millions de m³ en 2019 et le nombre de stations concernées par la REUE sera de 26 stations pour irriguées plus de 13 000 hectares, parmi ces projets : Sétif, Médéa, Sidi Bel Abbès, AïnDefla, ChelghoumLaïd, Ouargla, Saïda, Tiaret et Chlef.

7.1. Gestion des eaux usées épurées en Algérie

Dans le cadre de la gestion des eaux usées épurées, un arsenal juridique pour protéger utilisateurs et gestionnaires a été mis en place. Pour une meilleure protection de l'environnement aquatique, l'eau traitée doit satisfaire certaines normes de rejet ; qui sont données dans le tableau 02 par rapport aux respects des normes d'utilisation des eaux épurées et aux risques de contamination par ces eaux épurées.

La législation en Algérie qui traite de la réutilisation des eaux épurées conformément au décret N° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux

épurées à des fins agricoles et l'Arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation (Tab. 2).

Tableau 2 : Recommandations physico-chimiques pour REUE en agriculture (Journal Officiel De La République Algérienne, 2012).

	Paramètres	Unité	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physique	pH	-	6 < pH < 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0-3 CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
	6-12		0.5
	12-20 20-40		1.3 3
Chimique	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	Chlorure (Cl)	meq/l	10
	Azote (NO ₃ -N)	mg/l	30
	Bicarbonates (HCO ₃)	meq/l	8.5

Chapitre II:

Matériel et Méthodes

I. Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique

La wilaya de Ouargla, large territoire de 162 628Km², se positionne au centre de la région Sud-est du Sahara dont elle constitue l'un des plus importants maillons (ANDI., 2013). Ouargla est limitée (Fig.6):

- Au Nord, par les wilayas de Djelfa, Biskra et El-Oued.
- Au Sud, par Illizi et Tamanrasset.
- A l'Est, par la Tunisie.
- A l'Ouest, par Ghardaïa.

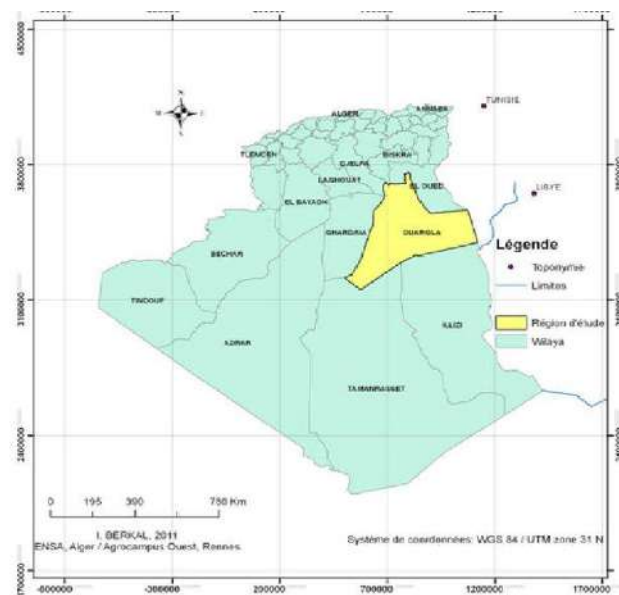


Figure 6. Situation géographique de la wilaya de Ouargla (Berkal, 2011).

2. Caractéristiques climatiques

Le climat de la région de Ouargla est un climat particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air.

L'étude du climat de la région d'Ouargla, a été faite sur une période de 10 ans (2009-2018). Les paramètres présentés dans ce mémoire proviennent des données recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM) de Ouargla (Tab.03).

Tableau 3. Données climatiques de la station de Ouargla sur la période 2009-2018.

Mois	Température			Précipitations (mm)	Humidité (%)	Evaporation (mm)	Vent (m/s)
	M	M	Moyenne				
Janvier	5.23	19.52	12.38	7.94	55.33	97.85	8.17
Février	6.97	21.19	14.08	3.68	47.96	120.69	9.20
Mars	10.68	25.67	18.18	4.87	42.26	180.62	9.74
Avril	15.35	30.76	23.06	1.38	36.21	231.34	10.26
Mai	19.99	35.34	27.67	2.06	30.69	302.61	10.56
Juin	24.81	40.42	32.62	0.77	26.97	336.88	9.96
Juillet	28.14	44.04	36.09	0.35	22.94	447.18	8.92
Aout	27.26	42.42	34.84	0.36	26.79	388.00	8.95
Septembre	23/54	38.14	38.14	4.38	35.68	266.76	9.14
Octobre	17.15	31.83	24.49	3.36	41.47	207.61	7.87
Novembre	10.45	24.59	17.52	2.68	51.21	124.50	7.26
Décembre	5.87	19.83	12.85	3.29	58.09	86.17	6.93
Moyenne	16.29	31.15	23.72	/	39.63	282.02	8.91
Cumul				38.05		2820.21	

(O.N.M, 2019)

2.1. Températures

La région de Ouargla est caractérisée par des températures très élevées. La température moyenne annuelle est de 23.72 °C, avec une température moyenne mensuelle du mois le plus froid (Janvier) de 12.37 °C et du mois le plus chaud (Juillet) de 36.09 °C.

Pour la décennie (2009-2018), les minimas les plus faibles sont enregistrés pour le mois de janvier ; soit 5.23 °C et les maximas les plus élevés sont enregistrés pour le mois de Juillet, avec 44.04°C (Tab.03).

2.2. Précipitations

Le tableau 03 montre que les précipitations sont très faibles et irrégulières, elles tombent notamment au mois de Janvier (7.94 mm), de Mars (4.87 mm) et de Septembre (4.38 mm). En revanche, des quantités très faibles sont enregistrées pendant le mois de Juillet (0,35 mm).

2.3. Vents

Le vent joue un rôle important dans le déplacement des insectes ; comme il peut contribuer dans la pollinisation naturelle. D'après le tableau 03, nous constatons que le vent souffle d'une façon très continue durant toute l'année ; avec une vitesse moyenne de 8.91m/s. Les vents dominants sont fréquents de type pluridirectionnels. Cela explique l'existence des Ergs, formations dunaires complexes à Ouargla. Les vents les plus forts soufflent du Nord-Est et du Est-Sud. Les vents les plus fréquents sont en hiver de l'Ouest, au printemps du Nord-Est et de l'Ouest, en été du Nord-Est et en automne du Nord-Est et Sud-Ouest. Les vents chauds en été "siroccos", sont desséchants, favorisant la maturation des dattes, mais provoquent des dégâts aux cultures (Daddi Bouhoun, 2010).

2.4. Evaporation

L'évaporation est un paramètre climatique important à connaître dans la mesure où elle permet d'apprécier les pertes en eau dans l'atmosphère. L'évaporation dans la région de Ouargla est très forte, surtout durant les mois les plus chauds. La moyenne annuelle par mois est de l'ordre de (282.02 mm). Le maximum est remarqué au mois de Juillet (474.18 mm). Le minimum, au mois de décembre (86.17 mm). Le cumul moyen annuel pour la décennie 2009-2018 est de (2820.21 mm) (Tab.03).

2.5. Humidité

Dans la région de Ouargla, l'humidité relative de l'air est faible, avec une moyenne annuelle de (39.63 %). Elle diminue au mois de Juillet (22.94 %) à cause des vents chauds et de la forte évaporation. Elle atteint son maximum aux mois de Décembre (58.9 %).

Le niveau d'humidité faible notamment en été contribue à augmenter le potentiel de l'évapotranspiration.

3. Synthèse Climatique

3.1. Diagramme Ombrothermique du Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen consiste à porter en abscisses les mois et en coordonnées à la fois les précipitations et les températures. On obtient en fait deux

diagrammes superposés. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Ramade, 2003).

La moyenne des précipitations annuelles mesurée en (mm) est égale à 38.05 mm.

La valeur de la température moyenne est de 23.72 C°. De ce fait et a partir de Diagramme ombrothermique on peut dire que la région d'étude est caractérisée par une période sèche qui s'étale sur toute l'année (Fig.07).

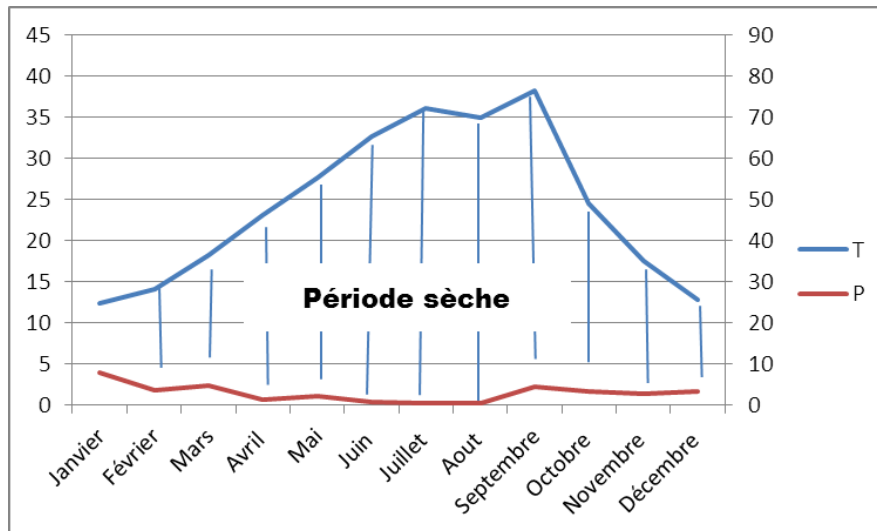


Figure 7. Diagramme Ombrothermique de la région Ouargla

3.2. Climagrammepluviothermique d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique auquel appartient une région donnée (Dajoz, 1974). Il est représenté, en abscisse par la moyenne des températures minima du mois le plus froid et en ordonnée par le quotient pluviothermique (Q2).

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = (3,43 \times P) / (M - m)$$

Q2= le quotient pluviométrique d'Emberger;

P= la somme des précipitations annuelles exprimées en mm;

M= la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en °C;

m= la moyennes des températures minima du mois le plus froid en °C

Calcul : $Q_2 = (3.43 \times 38.05) / (44.04 \times 5.23) = 3.36$

la région de Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux. (Fig.08)

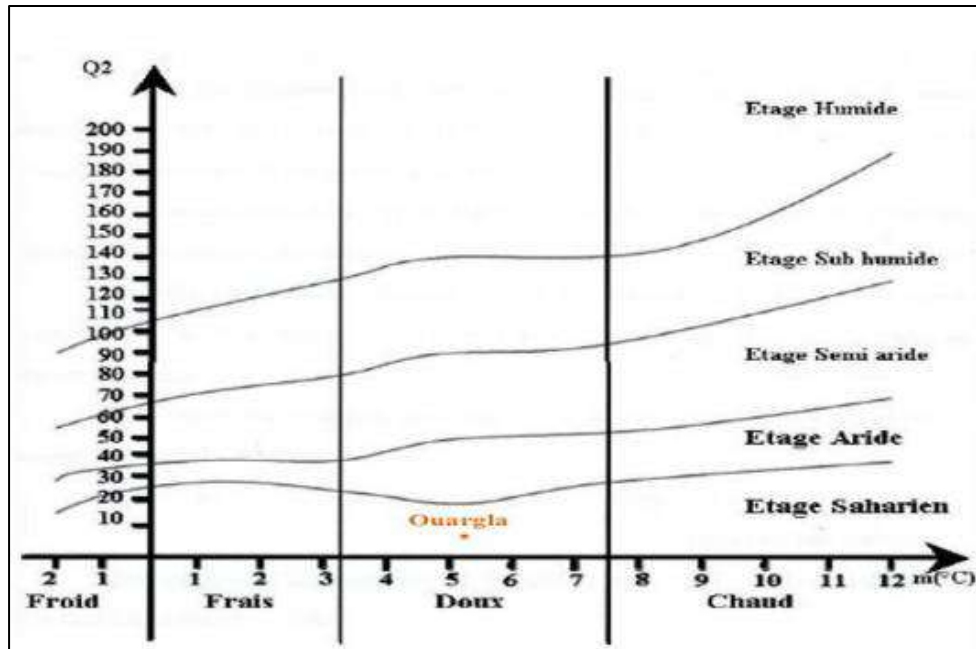


Figure 8. Etage bioclimatique de la région d'Ouargla

4. Hydrogéologie de la région

Les zones arides du Sahara septentrional sont connues par leurs caractères d'hydromorphie et d'halomorphie (Idder, 2007). Elles ont toujours eu auprès de la communauté scientifique une réputation de difficulté pour l'usage agricole (Idder, 1998 ; Idder et al., 2016). Les ressources hydriques dont dispose Ouargla appartiennent à trois aquifères : la nappe phréatique datant du quaternaire et deux aquifères fossiles : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal.

(Nesson, 1978; Castany, 1982 ; Nezliet al., 2007). Les prélèvements sont passés de 600 Hm³/an en 1970 à plus que 2000 Hm³/an en 2015 (Bouselsal,2017).

La nappe phréatique est peu épaisse de 0.5 à 2 m. Les parties hautes de cette nappe sont situées au sud et sous la ville de Ouargla, les parties basses de la nappe phréatique sont situées au nord vers Sebkhet Safioune (Mecheri,2009). L'alimentation de cette nappe se fait essentiellement par les eaux excédentaires de drainage (Idder et al., 2014) et dans une moindre proportion par les eaux de pluies torrentielles et par les eaux des nappes profondes

(Complexe Terminal et Continental Intercalaire) à travers certains forages destinés pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable (Idder, 1998).

La nappe du Mio-Pliocène repose sur un épais niveau imperméable, étanche, qui occupe tout le fond de la vallée de Ouargla et l'isole des nappes artésiennes sous-jacentes (Mecheri, 2009).

5. Présentation du site d'étude

La ferme d'élevage de la crevette de Ouargla a été mise en place dans le cadre de la coopération Algéro-Coréenne, conformément aux termes de références signés entre le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques de la République Algérienne et l'Agence Coréenne de la Coopération Internationale (KOICA) en date du 14/11/2010. La ferme pilote d'élevage de crevette et centre de recherche. Elle est située au niveau de la commune de Hassi Ben Abdallah, Daïra de Sidi Khouiled, wilaya de Ouargla. Elle possède une superficie de 10 hectares. Cette ferme a été inaugurée le 26 Janvier 2016 (Fig.09). L'objectif de cette ferme est la contribution au développement de la technologie d'élevage de la crevette en zone saharienne. L'espèce cible est *Litopenaeus Vannamei*.

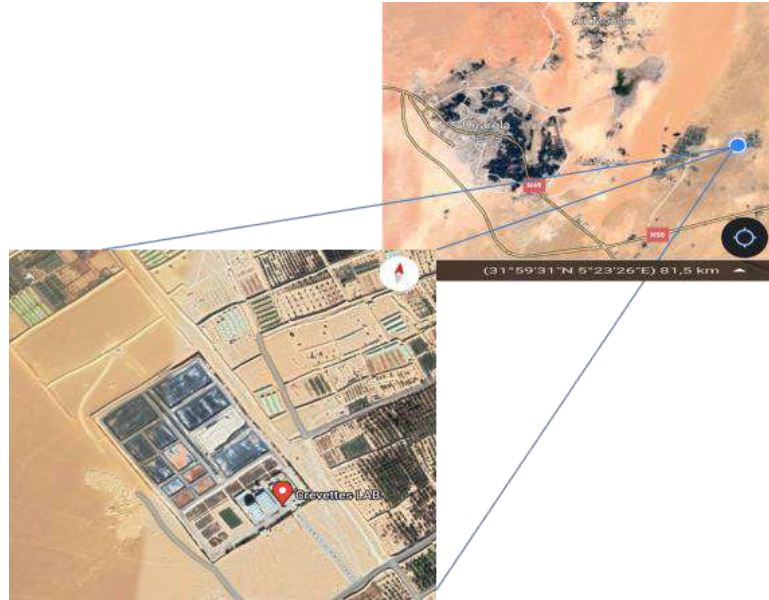


Figure 9. Situation géographique de la ferme pilote de crevetticulture de Ouargla (Google Earthe, 2021)

6. Protocole expérimental préparation du milieu d'élevage

Notre travail expérimental consiste à faire une étude pour déterminer l'impact de l'eau d'élevage sur le milieu récepteur que nous supposons être une réutilisation dans le domaine de l'arrosage agricole. Pour ce faire, on a établi le protocole suivant :

L'expérience a été menée au niveau de nurserie de la ferme pilote d'élevage de crevette et centre de recherche à Hassi ben Abdellah Ouargla. Nous avons utilisés trois (03) bacs de 0.5 m³ de volume, remplis à 0.45m de hauteur, ce qui correspond à un volume de 0.226 m³ d'eau.

La technique biofloc est développée par Samocha en 2007 qui est basée sur l'élimination des dérivés azotés toxiques par la stimulation des bactéries hétérotrophes en ajoutant une source de carbohydrate représentée par la mélasse dans le milieu par la loi de Samocha (2007) (Fig.10).

Mélasse (g) = aliment (g) x CP(%) x 2 / CP pourcentage de protéine dans l'aliment.



Figure 10. Mélasse et aliment granulé et bassin de biofloc

7. Prélèvement des échantillons

L'étude de la qualité de l'eau d'élevage s'est déroulée au niveau du laboratoire des analyses d'eau de la ferme pilote.

Les prélèvements d'eau à analyser se sont effectués au niveau du trois bacs pendant la période s'étalant de 26 Avril à 30 Mai 2021.

Les paramètres contrôlés chaque jour sont: La température de l'eau, l'oxygène dissous (DO), la salinité, le pH et la concentration en composants azotés : ammoniacque et nitrites. Les paramètres contrôlés régulièrement sont : les matières en suspension (MES) et l'alcalinité.

7.1. Température et oxygène dissous

La mesure de la température et de l'oxygène dissous se fait deux fois par jour avec un oxymètre. Les mesures sont effectuées à 9h00 du matin et à 15h00.

7.2. Salinité et pH

La mesure de la salinité et du pH se fait une fois par jour, à 9h00 du matin à l'aide d'un Oxymètre et d'un pH mètre, respectivement.

7.3. Alcalinité

L'analyse de l'alcalinité est effectuée deux fois par semaine avec le test d'analyse d'alcalinité.

7.4. Composés azotés (NH_4^+ et NO_2^-)

Le contrôle d'ammonium et des nitrites se fait de façon journalière, au début de l'expérience. Puis, il s'effectue deux fois par semaine en utilisant des tests d'analyse de spectrophotométrie colorimétrique.

7.5. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont mesurées le matin une fois par jour en utilisant les connes d'Imhoff.

8. Analyses ioniques

Il faut connaître le taux des cations et anions solubles (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} et Cl^-) dans les eaux pour apprécier leur qualité en cas de réutilisation en agriculture. Les analyses sont effectuées par des Kits colorimétrique ou titrimétrique :

- Colorimétrie: ajouter le réactif liquide à l'échantillon, comparer le virage de couleur obtenu à une échelle de couleur à chaque couleur correspond une concentration en mg/l.
- Titrimétrie: le nombre de gouttes de réactif ajoutées jusqu'au virage de l'échantillon est proportionnel à la concentration en mg/l.

8.1. Le SAR

Le risque d'alcalinisation d'un sol par l'eau d'irrigation est apprécié selon le sodium adsorbable par ce sol. Ainsi, selon le taux adsorbable de sodium (SAR) de l'eau d'irrigation, on distingue quatre (4) classes :

- **S1 : SAR < 10** : L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
- **S2 : 10 < SAR < 18**: Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.
- **S3 : 18 < SAR < 26**: Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelque temps.
- **S4 : SAR > 26**: Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Ca soluble pour améliorer le bilan ionique.

Evaluation du SAR :

Le SAR exprime le pourcentage de sodium absorbé, par la relation suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}$$

Les concentrations des éléments sont exprimées en milliéquivalents par litre.

Chapitre *III*:

Résultats et discussion

1. Caractérisation physico-chimique des eaux d'élevage

1.1. Température

Les valeurs enregistrées montrent que les températures sont toutes supérieures ou égales 25°C (valeur recommandée pour l'élevage des crevettes).

Les courbes d'évolution de la température sont présentées ci-dessous dans la figure 11.

Les températures matinales varient entre 25°C et 27,9°C et celles de l'après-midi sont comprises entre 25,1°C et 28,2°C.

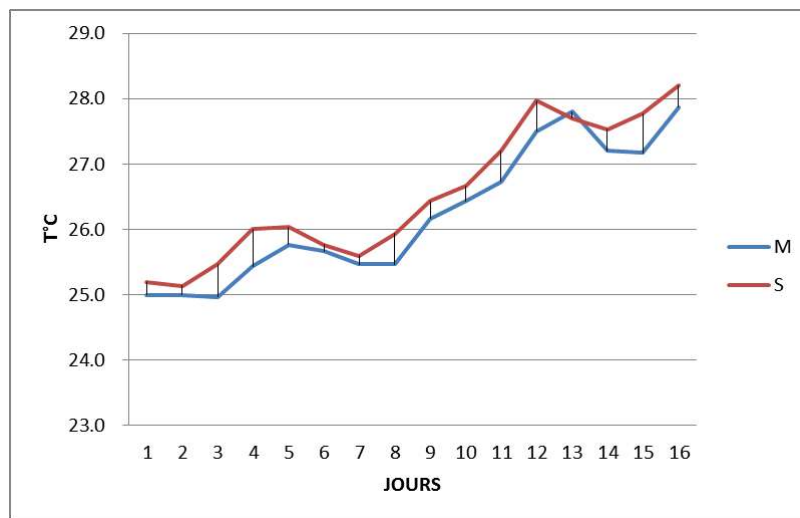


Figure 11. Variation moyenne de la température des eaux d'élevage (Biofloc).
M : Matin S : Soir

La température moyenne du milieu qui a été enregistrée est de 25°C, cette valeur est proche de la fourchette recommandée pour la nitrification des microorganismes (28°C – 30°C), mais leur activité sera réduite jusqu'à 50% à 16°C et à 80% à 10°C (Gerardi, 2002).

La moyenne enregistrée des températures de l'eau d'élevage est assez proche des températures des eaux de forages habituellement utilisés pour l'irrigation dans la région de Ouargla (Idder, 1998). Par conséquent, la température des eaux d'élevage ne devrait pas poser de problème vis-à-vis d'un éventuel usage dans le domaine agricole.

1.2. Oxygène dissous

Les résultats obtenus (Fig. 12) indiquent que les concentrations en oxygène dissous dans les eaux étudiées sont assez importantes. Le taux de O₂ dissous le plus élevé est de 7,86 mg/l; la valeur la plus faible obtenue est égale à 5,00.

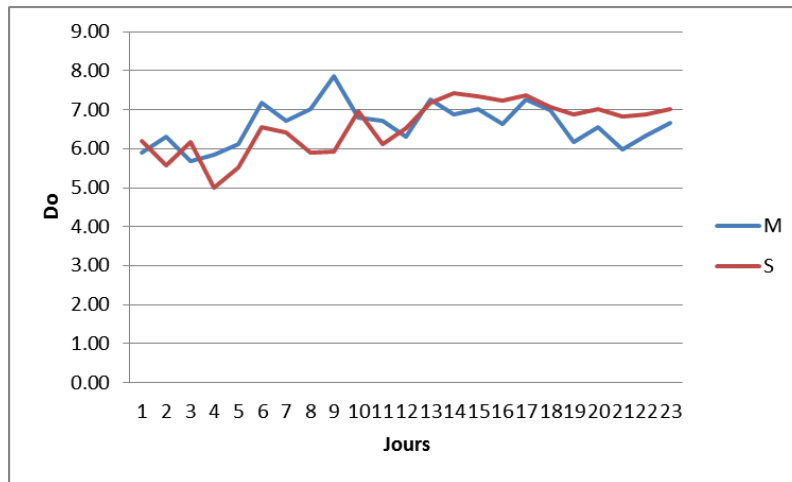


Figure 12. Variation moyenne d'O₂ dissous dans les eaux d'élevage (Biofloc).
M : Matin S : Soir

L'oxygène dans les systèmes aquatiques doit être >5 mg/l. Dans un système biofloc, les bactéries et les algues qui forment le biofloc ont également une demande d'oxygène, de sorte que la concurrence peut se produire dans l'étang. Il est recommandé de maintenir l'oxygène dissous à 7-8 mg/l pour assurer le bon fonctionnement du système (Carlos et *al.*, 2014).

En outre, une eau bien oxygénée est généralement un indicateur de bonne qualité vis-à-vis de la pollution organique (faible taux de DBO₅ et de DCO). La réutilisation d'une telle eau ne devrait en principe pas poser de problèmes majeurs pour l'irrigation. Il ne s'agit là bien entendu que d'une appréciation qualitative dans la mesure où il ne nous a pas été possible de quantifier les valeurs de la DBO₅ et de DCO des eaux d'élevage.

1.3. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les résultats obtenus, représentés dans la figure 13 indiquent que le pH des eaux étudiées possède un caractère plus ou moins alcalin. Celui-ci est compris entre 7,04 à 8,15.

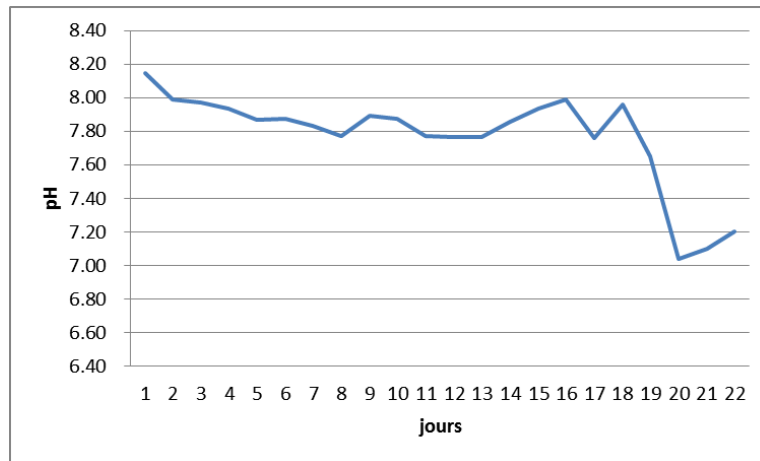


Figure 13. Variation moyenne du pH des eaux d'élevage (Biofloc).

Les résultats que nous avons obtenus sont semblables à ceux qui sont déclarés par Carlos et *al.*, 2014 qui recommandent un intervalle de pH de 7.0 - 8.5. Un tel pH favorise le bon fonctionnement des cycles biologiques dans le système.

Généralement, l'accumulation de CO₂ issu de l'aération non contrôlée provoque la diminution du pH du milieu (Lolyess et Malone, 1997).

Par ailleurs, les valeurs du pH enregistrées ne montrent pas de variations notables, elles oscillent entre 7,04 à 8,15. Les pH des eaux d'élevage respectent par conséquent la norme algérienne de réutilisation des eaux qui fixe des valeurs de pH qui doivent être comprises entre 6,5 et 8,5 (Tab. 2).

1.4. Matières en suspension (MES)

La figure 14 ci-dessous représente l'évolution des MES enregistrée durant la période d'étude. Les valeurs enregistrées varient entre 0.0 ml/l et 15ml/l.

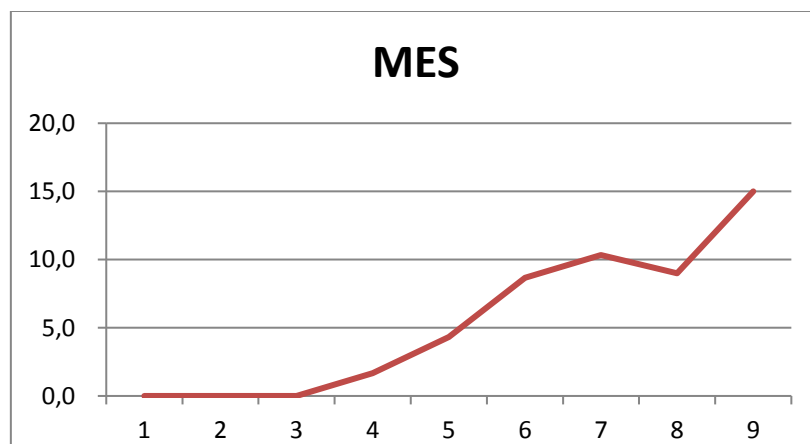


Figure 14. Variation moyenne de MES dans les eaux d'élevage (Biofloc).

Le seuil de MES qui est enregistré durant la période d'étude est idéal et correspond à la valeur optimale (15 ml/l) mentionnée par Avnimelech en 2015.

En outre, la valeur maximale des MES trouvée dans les eaux d'élevage est bien inférieure à la valeur indiquée dans la norme algérienne relative à la réutilisation agricole des eaux usées (30 mg/l). Les eaux d'élevage de crevettes ne présentent donc pas de dangers vis-à-vis de leur taux de matières en suspension.

1.5. Alcalinité

La figure 15 ci-dessous illustre l'évolution de l'alcalinité du milieu biofloc, les résultats enregistrés lors de la présente étude montrent que l'alcalinité varie entre 100 et 168 mg/l.

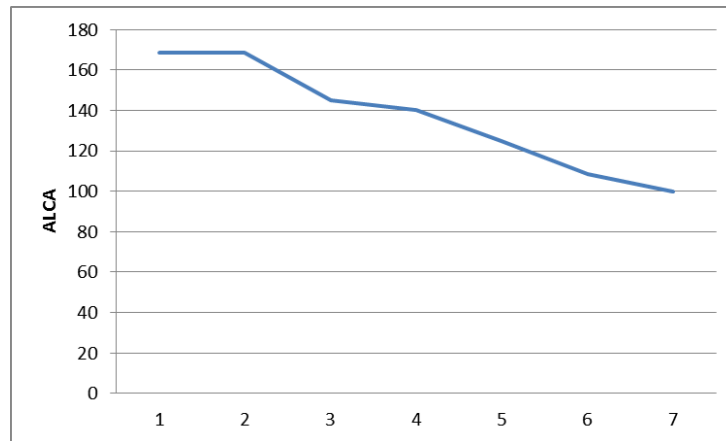


Figure 15. Fluctuation de l'alcalinité du milieu Biofloc

L'alcalinité est la quantité de carbonate, de bicarbonate et d'hydroxyde contenue dans l'eau. L'alcalinité devient une clé importante dans l'eau en raison de sa capacité à maintenir le pH, du fait de l'ajout d'acide sans abaisser la valeur du pH.

La valeur optimale de l'alcalinité des eaux de système biofloc est égale ou supérieure à 200mg/l (Lolyess et Malone, 1997).

2. Substances azotées

La figure 16 ci-dessous représente l'évolution du NH_4^+ et du NO_2^- dans les eaux d'élevage. On a observé l'augmentation du taux de NH_4^+ (2,9 mg/l), suivi d'un déclin remarquable jusqu'à atteindre des valeurs presque nulles. La courbe des nitrites croît jusqu'à atteindre une valeur de 2,7mg/l, puis elle suit un développement décroissant pour atteindre des valeurs faibles.

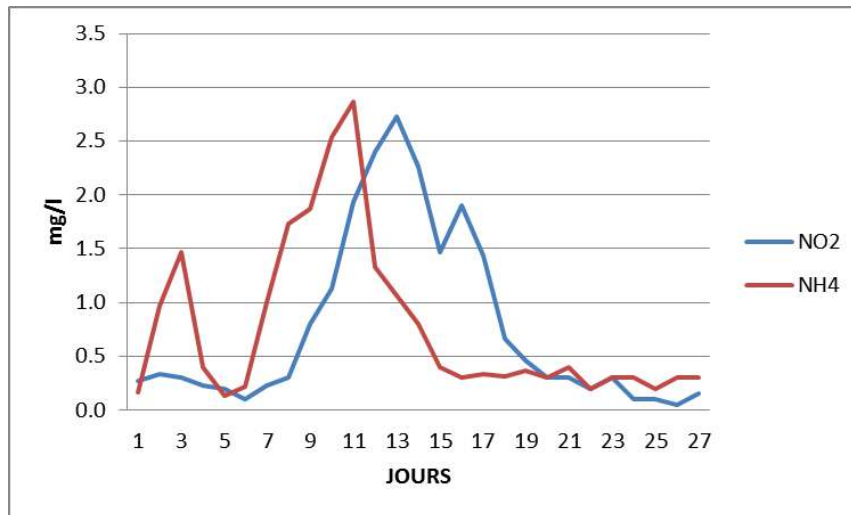


Figure 16. Fluctuation du NH_4^+ et NO_2^- .

Pour la ferme pilote d'élevage de crevette, l'ajout de mélasse au système biofloc est un moyen certifié, utilisé pour réduire la concentration d'azote inorganique dans le système. Cette opération nécessite une quantité de mélasse calculée d'après la formule de samocha, 2007.

La première est la nitrification assurée par des bactéries chémo-autotrophes qui réduisent l'ammonium en nitrite (NO_2^-) puis en nitrate (NO_3^-). Les nitrates sont moins toxiques pour les animaux aquatiques que l'ammonium et le nitrite. La seconde voie est assurée par les bactéries hétérotrophes qui utilisent l'ammonium comme source d'azote pour leur synthèse protéique (Ebeling et *al.*, 2006 ; Hargreaves, 2006).

Il est bien connu que l'ammoniaque et le nitrite sont très toxiques pour les crevettes, bien que la toxicité est spécifique à l'espèce et dépend des caractéristiques de l'eau et de la durée de l'exposition (Tomasso 1994 ; Hargreaves, 1998 ; Barajas et *al.*, 2006 ; Mishra et *al.*, 2008).

Selon Brabier et *al.*, (2000), dans les eaux naturelles non polluées, le taux des nitrates est très variable selon la saison et à l'origine des eaux; il peut varier de 1 à 15 mg/l et une concentration de 5 ou 8 mg/l est tout à fait normale.

Les concentrations de nitrates et de nitrites dans l'eau peuvent être exprimées sous forme de nitrates (ou nitrites) ou sous forme d'azote. Un milligramme de nitrates par litre (mg/l de NO_3) équivaut à 0,226 mg de nitrates, sous forme d'azote, par litre (mg-N/l). Dans le cas des nitrites, un mg/l équivaut à 0,304 mg-N/l (National Research Council, 1995).

Les résultats montrent qu'il y a faible signe de présence de nitrates mais en moyenne restent inférieurs aux normes internationales des eaux destinées à l'irrigation selon l'OMS (1989) (<50mg/l) et aussi n'ont pas dépassé les normes algériennes .

3. Cations et anions

Les résultats des analyses des cations et des anions sont donnés dans le Tab.04

Tableau 4 : Caractéristiques ioniques de l'eau d'élevage

Paramètres	Unité	Résultats du Biofloc
Mg	mg/l	419
Ca	mg/l	330.5
K	mg/l	37.5
Cl	mg/l	655.09
Na	mg/l	750
Salinité	psu	5.6

Le calcium Composant majeur de la dureté de l'eau, généralement l'élément dominant des eaux. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (Rodier et *al.*, 2009).

D'après Yeli (2009), les chlorures et le sodium sont des paramètres à surveiller tout particulièrement, car ils peuvent affecter la croissance des cultures les moins tolérantes et porter préjudice à la structure des sols.

La valeur des chlorures dans les eaux d'élevage est de 18.47 méq/l. Cette valeur est bien supérieure à la valeur indiquée dans la norme algérienne de réutilisation des eaux usées (10 méq/l). La présence excessive du chlore exerce des effets défavorables sur la végétation et la qualité de certaines cultures (Ayers & Westcot, 1985 ; Bradaï et *al.*, 2008).

4. SAR

La valeur du SAR est de 0.29 pour l'eau d'élevage. L'eau présentant un faible taux de SAR, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que les eaux d'élevage (Biofloc) répondent pratiquement à toutes les normes de rejet fixées par la réglementation en vigueur.

Ces résultats signifient que les eaux d'élevages restent toujours acceptables et convenables à la norme algérienne de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture aux normes déterminant la qualité des eaux d'irrigation (Tab. 02).

Il est cependant important de noter que, faute de moyens, nous n'avons pas pu mesurer la totalité des paramètres indiqués dans la norme algérienne relative à la qualité physico-chimique des eaux destinées à l'usage agricole, comme par exemple la DBO₅, la DCO et la Conductivité électrique. Il est également important de signaler l'importance des paramètres microbiologiques qui n'ont pas fait l'objet de notre travail. Il s'agit en particulier de la détermination du nombre de coliformes fécaux et de parasites.

Conclusion

Conclusion

L'expérience d'élevage de crevettes en biofloc de faible salinité est considérée comme la première expérience en Algérie. Cette étude a permis une évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'élevage en vue de leur éventuelle réutilisation dans le domaine agricole. Les résultats des analyses ont montré que les caractéristiques physicochimiques de ces eaux sont globalement comprises dans des intervalles proches des normes internationale et algérienne retenues pour un usage agricole.

Enfin, pour la création de périmètres agricoles de réutilisation des eaux d'élevage et afin de créer des espaces pour une agriculture durable dans les zones sahariennes, l'approche multidisciplinaire et intégrée constitue la solution la plus pertinente pour obtenir les meilleurs résultats possibles. Dans le même axe, d'autres recherches seront indispensables pour juger de l'opportunité de mise en place de projets de réutilisation des eaux d'élevage à savoir : la prise en compte des paramètres microbiologiques de ces eaux et leurs impacts sur les sols, les cultures et les nappes d'eau souterraines.

Pour faire face au problème de la salinité des eaux pratiquement toujours récurrent dans les régions sahariennes, il sera nécessaire de choisir des cultures tolérantes au sel, ayant la capacité d'absorber des quantités élevées de sels sans subir d'effets toxiques particuliers. En cas d'irrigation avec une eau usée traitée de salinité élevée, dans les zones à pluviométrie limitée et lessivage naturel favorable, des cultures extractrices de sels peuvent aider à réduire l'accumulation des sels dans le sol et permettre ainsi une réutilisation durable des eaux d'élevage à long terme. Les cultures recommandées sont par exemple les cultures fourragères comme le sorgho.

Références

bibliographiques

Références

- **A.N.R.H., 2010.** L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques de la Wilaya de Ouargla: Rapports techniques
- **Avnimelech Y, 2015.** Biofloc Technology A Practical Guide Book. 3rd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- **Avnimelech Y., 2009.** Biofloc Technology : A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- **Avnimelech, Y., 1999.** Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3), 227-235.
- **Avnimelech, Y., Kochba, M., Suryakumar, B., Ghanekar, A., 2012.** Nitrogen isotope: tool to evaluate protein uptake in biofloc systems. *Global Aquaculture Advocate*, 74-75.
- **Barbier J M., Ali., 2000.** Evolution des consommations d'eau, in T.S.M. *Revue de l'AGHTM*, n°2 .6pp.
- **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A., 2005.** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Observatoire régional de la santé Île-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France, 222p.
- **Bellaoueur A., 2008.** Etude hydrogéologique des eaux souterraines de la région de Ouargla Soumise à la remontée des eaux de la nappe phréatique et Perspectives de solutions palliatives-(Sahara Nord-Est Septentrional - Algérie).Mémoire de magistère. Université El-Hadj Lakhdar de Batna.147pp.
- **Berkal I., 2011.** Dynamique spatiotemporelle de la salinité de sols sableux irrigués en milieu aride : Application à une palmeraie de la cuvette de Ouargla en Algérie. Doctorat en Sciences Agronomiques : Sciences du sol. P 91.
- **Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J., Clarke, R.M., 1991.** A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production. In: Brune, D.E., Tomasso, J.R. (Eds.), *Aquaculture and Water Quality. Advances in World Aquaculture*, vol. 3. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA: 506-533.
- **Blancheton, J.P., Calvas, J., Michel, A.H., Vonau, V., 1987.** Intensive shrimp breeding process. Brevet déposé à United States Patent. Patent number : 4,640,227.
- **Bouselsal B., 2017.** Ground water quality in arid regions. the case of Hassi

- **Browdy, C.L., Bratvold, D., Stokes, A.D., Mcintosh, R.P., 2001.** Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. Proceedings of the special session on sustainable shrimp culture, aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp 20–34
- **Browdy, C.L., Hargreaves, J., Hoang, T., Avnimelech, Y., 2014.** Proceedings of the Biofloc Technology and Shrimp Disease Workshop. December 9-10, 2013, Ho Chi Minh City, Vietnam. The Aquaculture Engineering Society, Copper Hill, VA USA.
- **Burford, M.A., Thompson, P.J., Mcintosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C., 2004.** The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeusvannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(1), 525-537.
- **Chamberlain, G.W., 2010.** History of shrimp farming. In the shrimp book, edited by Victoria Alday-Sanz, Nottigham, University press.
- **Chim, L., Lucien-Brun, H., LeMoullac, G., 2002.** Marine shrimp farming. Fisheries and Aquaculture: Towards Sustainable Aquatic Living Resources Management, in Knowledge for sustainable development. An insight into the Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO Publishing-Eolss Publishers, Oxford, UK, Volumes II, 1059p.
- **Cohen, J.M., Samosha, T.M., Fox, J.M., Gandy, R.L., Lawrence, A.L., 2005.** Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeusvannamei* using limited discharge and biosecure management tools. *Aquacultural Engineering*, 32, pp 425-442.
- **Crab R., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W., 2012.** Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356-357:351-356.
- **Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007.** Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270, 1–14.
- **Daddi Bouhoun M., 2010.** contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette de Ouargla (sud est algérien). Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba. 393p.
- **Dajoz R., 1974.** Précis d'écologie. Ed. Gauthier Villars, Paris. 503 p.
- **Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J. 2006.** Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257, 346-358.

- **FAO, 2012.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. FAO Fisheries and Aquaculture Department Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, 2012.
- **FAO, 2017.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2017. FAO Fisheries and Aquaculture Department Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, 2017.
- **FAO., 2003.** L'irrigation avec des eaux usées traitées. Bureau Régional pour le Proche-orient- Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord .73pp.
- **Fivelstad, S., Thomassen, J.M., Smith, M.J., Kjartansson, H., Sando, A.B., 1990.** Metabolite production rates from Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) and Arctic Char (*Salvelinus alpinus L.*) reared in single pass land-based brackish water and sea water systems. Aquacultural Engineering, 9: 1-21.
- **Garcia, J., Ojeda, E., Sales, E., Chico, F., Piriz, T., Aguirre, P., Mujeriego, R., 2003.** Spatial variations of temperature, redox potential, and contaminants in horizontal flow reed beds. Ecological Engineering, 21: 129-142.
- **Gowen,R.J.,Bradbury,N.B.,1987.** The ecological impact of salmonid farming in coastal waters:a review. Oceanography and Marine Biology Annual Review, 25: 563-575.
- **Hargreaves J.A., 2013.**Biofloc production systems for aquaculture. SRAC Publication number 4503, 12 pp.
- **Hargreaves, J.A., 2006.** Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquaculture Engineering 34, pp 344-63.
- **Idder T., 1998.** La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara d'Algérie. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiassions proposées. L'exemple de Ouargla. Thèse de Doctorat. Université d'Angers UFR Sciences. Laboratoire des sciences de l'environnement et de l'aménagement, p 284
- **Idder T., Laouali S., Mahmoudou A., Kawa R., Boubakar Y., 2005.** Etude préliminaire de l'utilisation des sous produits du lagunage pour l'arrosage au Niger. Tribune de l'eau, Vol. 58, N°. 635, 2005, pp 3-9.
- **Idder, T., Idder, A., Tankari Dan-Badjo, A., Benzida, A., Merabet, S., Negais, H. &Serraye, A., 2014.** Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. L'exemple de l'oasis de Ouargla. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, 27(2), 155–164. <https://doi.org/10.7202/1025565ar>

- **Idder A., Nezli I E., Cheloufil H., Serraye A ., 2016.** Intrusion minérale par modélisation géochimique dans les textures sableuses des sols. Le cas du Sahara septentrional algérien. Article scientifique. Larhyss Journal, 11pp.J. Mater. Environ. Sci. 7 (10) (2016) 3724-3729.
- **Idder T., 2007.** Le problème des excédents hydriques à Ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration. Sécheresse vol. 18, n° 3. pp161-167.
- **Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Bottero, J.Y., Villemin, G, Urbain, V., Manem, J., 1995.** Chemical and structural (2D) linkage between bacteria within activated sludge flocs. Water research, 29(7), 1639-1647.
- **Jory, D., Carbrera, T., 2003.** Marine Shrimp, in Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants, John S.Lucas (Editor), Paul C. Southgate (Editor),Wiley-Blackwell, 512 p.
- **Journal officiel de la république algérienne.** Les paramètres physico-chimiques, Article 41, 15 JUILLET 2012
- **Ju, Z. Y., Forster, I., Conquest, L., Dominy, W., 2008b.** Enhanced growth effects on shrimp (*Litopenaeusvannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc fractions to a formulated diet. Aquaculture Nutrition, 14(6), 533-543.
- **Kaushik, S.J., 1980.** Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp (*Cyprinus carpio* L.) and the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Reproduction Nutrition Development, 20 (6): 1751
- **Kaushik, S.J., Cowey, C.B., 1991.** Ammoniogenesis and dietary factors affecting nitrogen excretion. In : Nutritional Strategies & Aquaculture Waste, (C.B. Cowey& C.Y. Cho, eds), Univ. Guelph, Guelph, Canada.: 3-19.
- **Lavenant, M., de la Pomélie, C., Paquette, P., 1995.** Aquaculture en système clos: estimation des coûts de production pour l'élevage du bar et du turbot. Cah. Options Méditerranéennes 14, 149-168.
- **Mecheri B., 2009.** Influence de la nappe phréatique sur les ouvrages hydrauliques et Génie civil .Mémoire Magistère .Université KASDI Merbah de Ouargla.122pp. Messaoud région (se Algeria).Article Scientifique, Journal of Fundamental and Applied Sciences, vol.9.14pp.
- **Meddi M., 2006.** Salinité- causes et effet. Journal Algérien sur les Régions arides
- **Mishra, J.K., Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Gandy, R.L., Ali, A.M., 2008.** Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp,

Litopenaeus vannamei under limited discharge condition. *Aquacultural engineering*, 38(1), 2-15.

- **National Research Council (1995)**. Nitrate and nitrite in drinking water, National Academy of Science, 63 p.
- **O.M.S., (Organisation Mondiale De La Santé) 2012**. Utilisation des eaux usées en agriculture. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. 219p.
- **O.M.S., 1989 (Organisation Mondiale de la Santé)**. L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture : recommandations à visées sanitaires, [En ligne]. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_778_fre.pdf (Page consultée le 5 janvier 2010).
- **ONM, 2019**. Office nationale de météorologie de Ouargla.
- **Otoshi, C.A., Scott, M.S., Naguwa, F.C., Moss, S.M., 2007**. Shrimp behavior may affect culture performance at super-intensive stocking densities. *Global Aquaculture Advocate*, pp 67-69.
- **Pérez Farfante, I., Kensley, B., 1997**. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world (keys and diagnoses for the families and genera), Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- **Ramade F., 2003**. Elément d'écologie, écologie fondamentale. Ed, MC- Grano Hill, Paris, 379p.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N., 2009**. Analyse de l'eau. 9ème édition. Ed. DUNOD, Paris. 1579p.
- **Rosenberry, B., 2001**. World shrimp farming 2000. *Shrimp News International* No. 13. Shrimp News International, San Diego, CA.
- **Samocha TM, Patnaik S, Speed M, Ali A-M, Burger JM, Almeida RV., 2007**. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering* 36: 184–191.
- **Schneider, O., Sereti, V., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2005**. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural engineering*, 32(3), 379-401.
- **Schrivier-Mazzouli L., 2012**. La Gestion Durable de l'eau (ressources_ qualité _ organisation). Ed, Paris : 249p.
- **Seidl M, Laouali MS, Idder T, Mouchel JM., 2006**. Duckweed - Tilapia system : a possible way of ecological sanitation for developing countries. In : Peña M, Restrepo

- I, Mara D, Gijzen H, eds. Aqua 2003: International Conference on multiple uses of water for life and sustainable development. Water and Environmental Management Series, 11. London : IWA Publishing, 2006
- **Tavares, M., 2002.** Shrimps. p. 251-291. In: The living marine resources of the Western Central Atlantic, Volume 1 Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. Carpenter, K.E. (Ed.).FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication No. 5.FAO, Rome.
 - **Tomasso, J.R., 1994.** Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. Reviews in Fisheries Science, 2: 291-314
 - **Vinatea, L., Gálvez, A. O., Browdy, C. L., Stokes, A., Venero, J., Haveman, J., Lewis, B.L., Lawson, A., Shutler, A., Leffler, J. W., 2010.** Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables. Aquacultural engineering, 42(1), 17-24.
 - **Wabete, N., 2005.** Etude écophysiological du métabolisme respiratoire et nutritionnel chez la crevette péneïde *Litopenaeus stylirostris*: application à la crevetticulture en Nouvelle Calédonie (Doctoral dissertation, Bordeaux 1).
 - **Wasiolesky Jr, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006.** Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 258(1), 396-403.
 - **Xu, W.J., Pan, L.Q., 2013a.** Dietary protein level and C/N ratio manipulation in zero exchange culture of *Litopenaeus vannamei*: Evaluation of inorganic nitrogen control, biofloc composition and shrimp performance. Aquaculture Research.
 - **Zekri S., Ghezal L., Aloui T., Djebbi K., 1997.** Les externalités négatives de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture. CIHEAM. Options Méditerranéennes. Séri A n° 31. Séminaires Méditerranéens. pp 193-216.



Test d'alcalinité



Test de nitrite



Test d'ammonium



Nurserie



Multi paramètres



Conne d'Imhoff.

Résumé

La présente étude a été menée au niveau de la ferme pilote de crevetticulture et centre de recherche à Hassi Ben Abdelleh – Wilaya de Ouargla. L'objectif de ce travail est d'étudier les impacts des rejets des eaux d'élevage (Biofloc) à travers la caractérisation physico-chimique de ces eaux. Un suivi des paramètres de qualité de ces effluents a permis de les caractériser. Les analyses ont porté sur la température, le pH, les matières en suspension, l'oxygène dissous, l'alcalinité, les nitrites et l'ammonium. La comparaison des paramètres analysés avec la norme algérienne relative à la réutilisation des eaux usées en agriculture a montré que ces eaux ne présentent a priori aucun danger quant à leur réutilisation dans le domaine agricole. Il est cependant nécessaire de compléter l'étude par d'autres analyses physico-chimiques fondamentales, comme la conductivité électrique, la DBO₅ et la DCO. La détermination de la pollution microbiologique des eaux d'élevage et sa comparaison avec la norme algérienne en vigueur est également une condition nécessaire qui déterminera les possibilités potentielles réelles de la réutilisation des eaux d'élevage de la ferme pilote de crevetticulture de Ouargla.

Mots clés : Biofloc, crevetticulture, Réutilisation, Ouargla

المخلص

تم القيام بهذه الدراسة على مستوى المزرعة النموذجية لتربية الجمبري و مركز البحث بحاسي بن عبد الله ولاية ورقلة ، الهدف من ها العمل دراسة تأثيرات رمي مياه احواض التربية بنظام البيوفلوك من خلال التوصيف الفيزيوكيميائي للمياه. المتابعة النوعية لهذه المخلفات سمحت لنا بتوصيف جودة المياه. تركز التحاليل و القياسات حول : درجة الحرارة ، الاس الهيدروجيني ، المواد العالقة ، الاكسجين المذاب، القلوية، النيترات و الامونيوم. و لمقارنة معايير هذه المياه مع ما جاء في القرار الصادر بالجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الذي يحدد خصائص المياه القذرة المصفاة المستعملة لأغراض السقي، توصلنا الى انه ليس لها اضرار على المحيط. ومع ذلك ، من الضروري إكمال الدراسة بتحليلات كيميائية فيزيائية أساسية أخرى ، مثل النقل الكهربائي ، BOD5 و COD. إن تحديد التلوث الميكروبيولوجي لمياه المزرعة ومقارنتها بالمعيار الجزائري المعمول به هو أيضًا شرط ضروري سيحدد الإمكانيات الحقيقية المحتملة لإعادة استخدام مياه مزرعة التجريبية للجمبري في ورقلة.

الكلمات المفتاحية : بيوفلوك، تربية الجمبري ، المياه المستعملة ، السقي و ورقلة

Abstract

The present study was carried out at the level of the pilot shrimp farm and research in Hassi Ben Abdelleh - Ouargla. The objective of this work is to study the impacts of discharges of farm water (Biofloc) through physicochemical characterization of these waters. Monitoring of the quality parameters of these effluents made it possible to characterize them. Analyzes focused on temperature, pH, suspended matter, oxygen dissolved, alkalinity, nitrites and ammonium.

The comparison of the parameters analyzed with the Algerian standard relating to the reuse of wastewater in agriculture has shown that these water does not present a priori any danger as regards its reuse in the agricultural field. He however, it is necessary to complete the study with other physicochemical analyzes fundamental, such as electrical conductivity, BOD5 and COD.

The determination of the microbiological pollution of farm water and its comparison with the Algerian standard in vigor is also a necessary condition that will determine the potential possibilities real reuse of reuse water from the Ouargla pilot shrimp farm.

Key words: Biofloc, shrimp farming, reuse water, irrigation and Ouargla.