

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-Béjaia



Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des Sciences Biologique de
L'environnement
Spécialité Biodiversité et Sécurité Alimentaire

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER
Thème

Contribution à l'étude de l'intégration de L'aquaculture à l'agriculture dans la région de Bejaia

Présenté par :

Ait Kaci Soraya

Saidj Hamida

Soutenu Le 30 Juin 2024

Devant le Jury composé de :

Mr. REMDANE ZOHIR

Professeur

Président

Mme. DIAF ASSIA

MCB

Encadrante

Mr. BELHADI YUCEF

MCB

Examineur

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

Avant tout, nous remercions Allah de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté dans notre travail et dans la poursuite de l'objectif.

Nous remercions notre Promotrice Madame DIAF Assia d'avoir accepté de diriger ce Mémoire avec beaucoup d'attention et de patience sans oublieras disponibilité de son soutien.

Je remercie sincèrement les membres du jury, de nous faire l'honneur de consacré leur temps à la lecture et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent aux Dirigeants du centre pénitentiaire d'Oued Ghir Boutelbi Rabie et Bendjoudi Bilal et monsieur le directeur et tous ceux qui travaillent à la direction de conservation des forets de Bejaia.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents, qui m'ont encouragé à aller de l'avant et qui m'ont donné tout leur amour pour reprendre mes études. Auxquels je dois ce que je suis. Que dieu les protège.

Mes chères frères Bassem et Tarek pour leur dévouement, leur soutien et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de temps et disponibilité, et qui par leur soutien, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'à ici car ils ont toujours cru en moi, Merci de m'avoir toujours soutenu et merci pour tous les bons moments passé ensemble, et ce n'est pas fini !

A ma famille et toutes les personnes que j'aime

A toutes mes amies qui m'ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce Mémoire, en leur espérant bonne continuation dans leurs travaux.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mon Père « L'épaule solide, l'œil attentif, compréhensif, la personne la plus digne de mon estime et de mon respect »
Pour avoir fait de moi ce que je suis, sans ton soutien à tous niveaux, je n'y serais jamais arrivée,

Ma Mère «La plus belle des créatures que dieu créa sur terre... la source de tendresse, de patience et de générosité...». Que dieu te garde longtemps auprès de nous.

A Ma Sœur, Qui a toujours été là pour moi comme un soutien permanent, et une oreille attentive, je remercie Dieu de m'avoir accordé une sœur aussi bienveillante.

A Massinissa qui m'a toujours soutenu et énormément aidé à réaliser ce travail, la personne qui a su me conseiller de bons conseils au bon moment, lui et toute sa famille.

A mes deux amies ; Thine-hinene, et Razika avec qui on a partagé des moments inoubliables, et a toute leurs familles.

Tables des matières

Remerciement

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Liste de tableaux

Liste des figures

Introduction générale 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie 1 : L'aquaculture.....	03
I. 1.1. Définition	03
I. 1.2. Historique de l'aquaculture en Algérie	03
I. 1.3. Objectifs de l'aquaculture.....	04
I. 1.4. Type d'aquaculture selon l'endroit.....	04
I. 1.5. Les domaines de l'aquaculture	04
Partie 2 : La pisciculture.....	05
I. 2.1. Définition	05
I. 2.2. Les avantages de la pisciculture	05
I. 2.3. Caractéristiques des milieux piscicoles	06
I.2.4. Les poissons admis en piscicultures	07
Partie 3 : La pisciculture intégrée à l'agriculture	08
I .3.1. Définition	08
I. 3.2. Objectifs de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture.....	09
I. 3.3. Exemple de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture	09
I. 3.3.1. Dans le monde	09
 En Asie.....	09
 En Afrique.....	10
 En Algérie.....	11

I.	3.3.5. A la wilaya de Bejaia.....	11
----	-----------------------------------	----

Chapitre II : Matériels et méthodes

II. 1.	Présentation de la wilaya de Bejaia	13
II. 2.	Présentation de site expérimental.....	14
II. 2.1.	Localisation des bassins d'irrigation	14
II. 2.2.	Les caractéristiques du bassin	15
II. 3.	Les espèces de culture.....	16
II. 3.1.	Le Piment fort rouge.....	16
II.3.2.	L'Aubergine.....	17
II. 4.	L'irrigation.....	17
II. 4.1.	La méthode d'irrigation et le volume d'eau.....	17
II. 4.2.	Les analyses d'eau	18
II. 5.	Le sol.....	18
II. 5. 1.	Semis	18
II. 5. 2.	Les analyses du sol.....	19
II. 5. 2. 1.	Extraction de la solution du sol « extrait de la pâte saturée »	19
II. 5. 2. 2.	Mesure de pH du sol.....	20
II. 5. 2. 3.	Mesure de la salinité du sol par la conductivité électrique	21
II. 5. 2. 4.	Dosage de matière organique dans le sol (Méthode d'ANNE).....	21
II. 6.	Plantation et croissance de la plante.....	22

Chapitre III : Résultats et Discussion

III1.	Analyse des données climatiques	24
III2.	Les analyses des eaux.....	26
III3.	Les analyses du sol (avant et après la plantation).....	31
IV. 4.	Croissance de la culture.....	33
	Conclusion.....	37
	Références Bibliographique.....	39

Liste des Tableaux

Tableau 01 : L'opération de l'intégration de la pisciculture en agriculture dans la wilaya De Bejaia.....	12
Tableau 02 : Caractéristiques du bassin d'élevage.....	15
Tableau 03 : La classification systématique du Piment fort rouge	16
Tableau 04 : La classification systématique de l'Aubergine.....	17
Tableau 05 : Les différents paramètres à analyses et leurs méthodes selon le laboratoire De L'ADE.....	18
Tableau 06 : Les directives pour l'interprétation d'une eau d'irrigation selon la FAO(1985)	27
Tableau 07 : Les résultats moyens des analyses des eaux d'irrigation	28
Tableau 08 : Résultat de pH.....	31
Tableau 09 : Résultats de la conductivité électrique.....	31
Tableau 10 : Classification des sols selon la matière organique selon Schaefer, 1975.....	32
Tableau 11 : Résultats de la matière organique.....	32
Tableau 12 : Variation des longueurs des tiges et des feuilles de Piment fort.....	34
Tableau 13 : Variation des longueurs des tiges et des feuilles de l'Aubergine.....	34
Tableau 14 : Comparaison de la variation des longueurs des tiges et des feuilles (cm) dans plusieurs cultures irriguées par les eaux piscicoles	35

Listes des Figures

Figure 01 : Les espèces de poissons de l'eau douce.....	07
Figure 02 : L'intégration de la pisciculture à l'agriculture.....	08
Figure 03 : Localisation géographique de la wilaya de Bejaia	13
Figure 04 : Localisation de la zone d'étude et la zone d'échantillonnage.....	14
Figure 05 : Le bassin d'irrigation de la prison d'Oued Ghir (Photo originale)	15
Figure 06 : Tilapia rouge <i>Oreochromis niloticus</i> (Photo originale)	15
Figure 07 : L'espèce cultivée le Piment fort rouge (Photo originale).....	16
Figure 08 : L'espèce cultivée l'Aubergine (Photo originale)	17
Figure 09 : Le semis pendant le 1er jour de plantation de Piment rouge	19
Figure 10 : Préparation de la pâte saturée	20
Figure 11 : L'extraction de la solution du sol par Centrifugation	20
Figure 12 : pH mètre	21
Figure 13 : Conductimètre.....	21
Figure 15 : Le début de germination des Piment rouge et l'aubergine (Après 15 jours de plantation) (Photo originale).....	23
Figure 16 : La répartition des plantes (Piment rouge fort + L'aubergine) dans des nouveaux pots après 20 jours de plantation	23
Figure 17 : La répartition des plantes (Piment rouge fort + L'aubergine) après 40 jours de transfert vers des nouveaux pots	23

Le problème de la sécurité alimentaire reste posé pour beaucoup de pays, malgré les grands efforts déployés dans ce domaine. La persistance de ce problème serait due à la diversification et à la croissance des besoins alimentaires des individus, et à l'exploitation irrationnelle des ressources disponibles (**Hishamunda et al., 2011**). Et pour cela, de nombreux pays ont opté pour le développement de l'aquaculture, sous l'impulsion de la (**FAO, 2006**).

Des types variés d'aquaculture forment une composante importante du développement des systèmes agricoles et d'élevage. Ceux-ci peuvent contribuer à la réduction de la pauvreté en améliorant l'accès à l'eau, et à l'amélioration de la sécurité alimentaire afin de renforcer l'aide politique et financière dont le secteur a grand besoin pour son développement (**FAO 2000a, Prein et Ahmed 2000**).

Les activités aquacoles et agricoles sont toute deux anciennes. Mais le développement de l'aquaculture est plus récent. L'agriculture produit des animaux et des végétaux alors qu'en aquaculture les productions animales dépassent les productions végétales. L'aquaculture complète utilement la gamme d'aliments produits par l'agriculture (**FAO, 2020**).

L'intégration des systèmes aquacoles et agricoles a émergé comme une solution prometteuse pour une approche durable potentielle pour augmenter la production alimentaire tout en minimisant les impacts environnementaux, ce qui est d'une grande importance dans des régions telles que l'Afrique où les ressources des agriculteurs sont limitées (**Rouibah et Kisserli, 2023**).

Au cours des dernières années, l'Algérie se concentre sur la création d'une stratégie nationale de développement durable de l'aquaculture marine et d'eau douce, qui comprend l'adoption de mesures incitatives et un soutien technique efficace pour les secteurs public et privé. Effectivement, les résultats obtenus de 2008 à 2016 ont été obtenus grâce à la collaboration fructueuse entre la FAO et le gouvernement algérien, ce qui a entraîné l'adoption de nombreuses recommandations émises par les experts. La situation naturelle de l'Algérie a été extrêmement favorable au développement du secteur aquacole. Il est clair que les agriculteurs (petits et moyens) sont de plus en plus intéressés par le développement d'une aquaculture intégrée à l'agriculture qui permettrait de diversifier les productions locales et de mieux gérer/exploiter les ressources (**FAO, 2016**).

La pisciculture est un aspect de l'intégration de l'agriculture et l'aquaculture. Il s'agit de la pratique de deux technologies liées dans le but d'accroître la productivité par unité d'eau utilisée (FAO, 2002).

Le concept de l'intégration de la production à d'autres activités (culture, aviculture, bétail) dans le cadre des systèmes agricoles complexes, n'est pas nouveau et ses avantages sont reconnus depuis longtemps (Pullin et Shehadeh, 1980 ; Little et Muir, 1987 ; FAO/ICLARM/IIRR, 2001).

La pisciculture intégrée a été recommandée pour une meilleure utilisation des ressources, (eau piscicole) un meilleur revenu, un recyclage des déchets, une diminution de la pollution et une conservation de l'environnement (Acharya et Biswas, 1996 ; Miller *et al.*, 2010). Elle est même considérée comme une solution aux problèmes socio-économique des communautés rurales dans les pays en voie de développement dont la vie de la majorité d'entre eux dépend de l'agriculture (Acharya et Biswas, 1996).

En Algérie, le Ministère de la pêche et des ressources halieutique en coopération avec la FAO, a lancés plusieurs projets d'aquaculture intégrée à l'agriculture dans plusieurs wilaya. Des agriculteurs privés contribuent à ce projet en ensemençant dans leurs bassins d'irrigation des espèces de poissons d'eau douce en vu d'une production piscicole mais aussi pour améliorer la production agricole. L'intégration de la pisciculture dans l'agriculture sollicité l'attention des naturalistes, mais elle reste encore mal connue malgré les nombreuses études dont elle a fait l'objet, nous citerons (Lu et Li, 2006), (Hu, Z., *et al.*, 2016) et (Zouakh *et al.*, 2016).

Le présent travail porte sur la réalisation d'une étude qui repose sur l'intégration de l'aquaculture dans l'agriculture. Il consiste à évaluer l'effet de l'irrigation avec de l'eau de bassin de l'aquaculture sur la croissance et le rendement des plantes, afin de minimiser l'utilisation d'engrais chimiques.

Ce mémoire comporte les parties suivantes :

- Une introduction générale : consacrée à saisir les différentes informations concernant l'aquaculture et leur intégration avec l'agriculture.
- Le premier chapitre est entièrement consacré aux données bibliographiques.
- Matériel et méthodes : décrit les matériels et les méthodes suivis durant l'étude.
- Résultats et Discussion : présenter les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

Enfin, une conclusion résumant les principaux résultats et les perspectives qui s'en dégagent.

Ce chapitre est consacré à la description de l'aquaculture et de la pisciculture et leur intégration à l'agriculture.

Partie 1 : L'aquaculture :

I. 1.1. Définition :

On définit l'aquaculture comme étant “ l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques ” (**Barnabé, 1991**). L'aquaculture, également connue sous le nom de pisciculture ou d'élevage aquatique, est l'ensemble de techniques aquatiques, pour la mise en valeur et l'exploitation des richesses naturelles d'origine animale ou végétale qui désigne la pratique de cultiver des organismes aquatiques tels que les poissons, les crustacés, les mollusques et les algues dans des environnements contrôlés. C'est une forme d'agriculture qui se déroule dans des écosystèmes aquatiques artificiels ou naturels, tels que des étangs, des bassins, des cages en mer ou des systèmes de recirculation de l'eau (**AIAS Bouhallit Selma, 2023**).

I. 1.2. Historique de l'aquaculture en Algérie :

Différentes opérations ont marquées l'histoire de l'aquaculture algérienne, on peut citer :

- 1921 : Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail.
- 1937 : Création de la station d'alevinage du Grib.
- 1940 : Exploitations des lacs Oubeira et El Mellah et Tonga avec culture de coquillages.
- 1947 : Création de la station Mazafran et le repeuplement en poissons d'eau douce.
- 1962-1980 : Des actions ont été menées sur les lacs de l'est et sur la station de Mazafran.
- 1973 : Mise en valeur de la lagune El mellah, pour les installations de conchylicoles.
- 1978 : Programme de coopération avec la Chine pour initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage, et l'élevage larvaire de crevette.
- 1983-1984 : Premiers travaux de réalisation d'une écloserie de loup au lac El mellah.
- 1985-1986 : Repeuplés en poissons importés d'Hongrie : carpes royales, carpes à grande bouches, carpes argentées.
- 1987 : Filière sub-surface installée par l'ONDPA.
- 1989 : Implantation d'écloseries à Harreza à Mazafran pour la reproduction de carpes.
- 1991 : Repeuplement par l'importation de 6 millions d'alevins de carpes qui ont été lâchés dans les plans d'eau des barrages.

- 2001 : Importation de carpes argentée et herbivore de Hongrie.
 - 2002 : Importation de Tilapia d’Egypte.
 - 2006 : Importation de carpes argentées et grandes bouches de Hongrie.
- 2012-2020 : Des programmes du gouvernement pour le développement du secteur de la pêche et de l’aquaculture. (**FAO (2013), MPRH (2013)**).

I. 1.3. Objectifs de l’aquaculture :

Les objectifs de l’aquaculture sont cependant relativement variés on distingue :

- Le but fondamental, des activités aquacoles est de manipuler les milieux aquatiques, naturels ou artificiels, pour réaliser la production d’espèces riches en protéines utiles à l’homme que l’élevage traditionnel ne peut fournir (**Barnabé, 1991**).
- Améliorer l'efficacité de l'utilisation des déchets agricoles, accroître la fertilité des sols et augmenter la production alimentaire, Ainsi que introduction de nouvelles espèces (**Ruddle et Zhong, 1984 ; Jensen, 1993**).

I. 1.4. Type d’aquaculture selon l’endroit :

Cependant l’aquaculture est partagée en trois types :

- L’aquaculture continentale : Représente l’élevage d’organismes aquatiques (végétaux et animaux) en eau continentale (source : l’Équipe AquaPortail).
- L’aquaculture en eau saumâtre : Représente l’élevage d’organismes aquatiques (végétaux et animaux) dans une eau composé d’un mélange d’eau douce et d’eau de mer qui présente un degré de salinité intermédiaire (source : l’Équipe Aqua Portail).
- L’aquaculture marine : L’aquaculture marine regroupe les activités de production animale ou végétale, dans le milieu marin ou à partir d’eau de mer. Les coquillages (conchyliculture), les crustacés (astaciculture), les poissons (pisciculture) et les algues (algoculture). (sont les principaux produits de ces productions (**Mr Amure, 2019**)).

I. 1.5. Les domaines de l’aquaculture :

L'aquaculture regroupe plusieurs domaines, à titre d'exemple on peut citer :

- Algoculture : culture d’algues ;

- Conchyliculture : élevage de coquillages comestibles (moules, huitres, palourdes...);
- Mytiliculture : élevage de moules ;
- Ostréiculture : élevage d'huitres ;
- Pisciculture : élevage de poissons ;
- Salmoniculture : élevage des Salmonidés ;
- Cyprin culture : élevage des Cyprinidés.

Partie 2 : La pisciculture :

I. 2.1. Définition :

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étangs, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, etc.), afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture...) (**Benidiri., 2017**).

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons en eaux douces, saumâtres ou salées. La pisciculture a été inventée en Chine, le premier traité de pisciculture y fut écrit par Fan Li en 473 (**F.A.O., 2008 ; In Belayachi, 2013**).

Il existe deux familles principales de pisciculture :

- **La production en étang** : avec un bassin en terre, dans lequel les poissons se nourrissent complètement ou partiellement à partir de la production biologique du milieu.
- **La production intensive en bassin artificiel ou cages** : dans lesquels les poissons sont exclusivement nourris avec de l'aliment apporté par le pisciculteur.

La majorité du poisson consommé dans le monde provient de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les carpes, suivies du tilapia des salmonidés et des siluriformes (**F.A.O, 2008 ; In Belayachi, 2013**).

I. 2.2. Les avantages de la pisciculture :

- Le poisson fournit des protéines animales de bonne qualité pour la consommation humaine.

- Un producteur agricole peut souvent intégrer la pisciculture à son exploitation pour créer une source de revenus supplémentaires et pour améliorer la gestion de l'eau sur son exploitation.
- On peut contrôler la croissance des poissons dans un étang : le producteur choisit lui-même quelles sont les espèces qu'il souhaite élever.
- Les poissons produits en étang appartiennent au propriétaire de ce dernier ; leur disponibilité est garantie et on peut les récolter à volonté.
- Tout le monde a le droit de pêcher le poisson dans les eaux libres, ce qui rend incertaine la part de la pêche attribuée à chaque individu.
- Les poissons élevés dans un étang sont généralement à portée de la main.
- L'utilisation du sol est efficace : les terres marginales, c'est-à-dire les terres qui sont trop pauvres ou trop coûteuses à drainer pour l'agriculture peuvent être consacrées lucrativement à la pisciculture, à condition de bien les préparer.

I. 2.3. Caractéristiques des milieux piscicoles :

Certains aménagements naturels sont nécessaires pour choisir un site de pisciculture :

- L'eau est un milieu essentiel pour la culture du poisson.
- La profondeur de l'étang a une incidence importante sur la qualité de l'eau. Dans les étangs peu profonds, la lumière du soleil pénètre dans le fond, ce qui facilite une productivité accrue. Par conséquent, les profondeurs supérieures à cinq mètres sont rares dans les étangs piscicoles.
- La température est un autre facteur physique important de l'eau, car les poissons sont froids au froid, leur activité dépend de la température de l'environnement. Toutes les activités chez les poissons ralentissent avec la baisse de température: la croissance du poisson dépend donc beaucoup de la température.
- Les conditions chimiques de l'eau telles que les gaz dissous, le pH, les composés inorganiques, etc. sont également très importantes pour la productivité d'un étang. L'eau alcaline ou naturelle est plus productive que l'eau acide. (pH entre 6,5 et 9).
- Les plantes sont essentielles pour une ferme piscicole, mais il est nécessaire de contrôler leur croissance et leur vitesse de déplacement au-delà d'une limite.
- Il faut faire attention aux poissons carnivores et aux coléoptères dans les fermes piscicoles.

- La pollution de l'eau doit être contrôlée.

I.2.4. Les poissons admis en piscicultures :

Selon la chambre de la pêche et de l'aquaculture de la wilaya de Bejaia les poissons de l'eau douce sont de gauche à droite (fig. 01) : Carpe commune, Carpe argentée, Carpe à grosse tête, Mulet cabot, Tilapia du Nil, Sandre, Achigan à grande bouche, Poisson-chat africain.

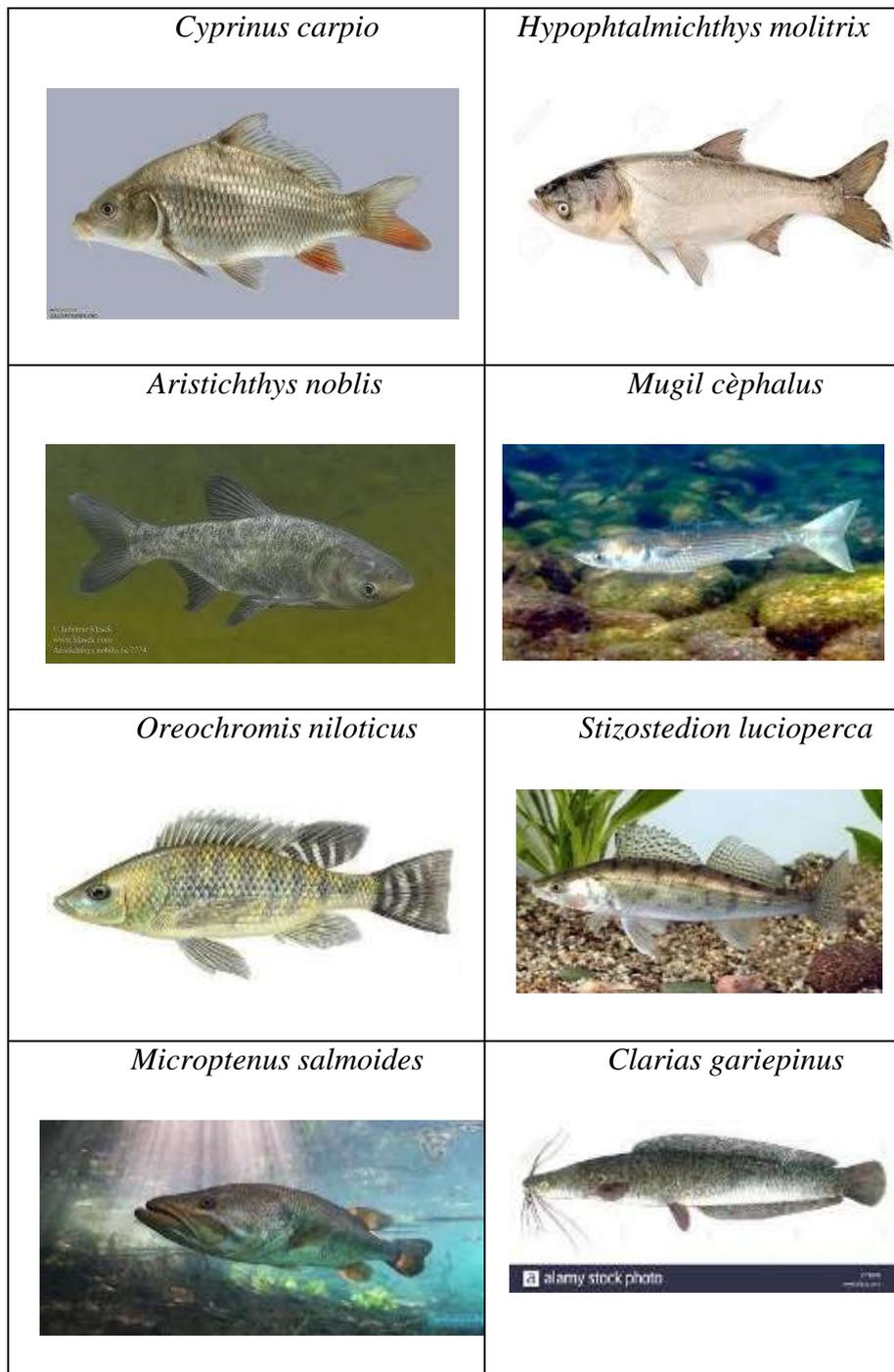


Figure 01 : Les espèces de poissons de l'eau douce.

Partie 3 : La pisciculture intégrée à l'agriculture :

I.3.1. Définition :

Il s'agit de l'introduction de l'élevage de poissons dans un milieu à vocation agricole. Le procédé consiste à développer les deux activités, parallèlement ou séquentiellement, en bénéficiant des avantages de l'une pour l'autre. En général, La pisciculture intégrée est plus préconisée dans des zones rurales, notamment au niveau des exploitations agricoles moyennes et petites pour son apport notable en protéines (MPRH, 2009).

L'intégration de la pisciculture avec l'agriculture et les autres formes d'élevage est généralisée dans les communes populaires et dans les fermes d'état. Elle permet non seulement de produire sur place une bonne partie des fumures et aliments nécessaires, mais également d'utiliser totalement les sous-produits et résidus de l'agriculture et des étangs. Concurrent le nombre de récoltes est augmenté (culture dérobées, culture mélangées...) afin de pouvoir alimenter les poissons toute l'année, les plans d'eau secondaire existants sont exploités en vue d'y produire les plantes aquatiques nécessaires (FAO/PNUD, 1980) (fig. 02).

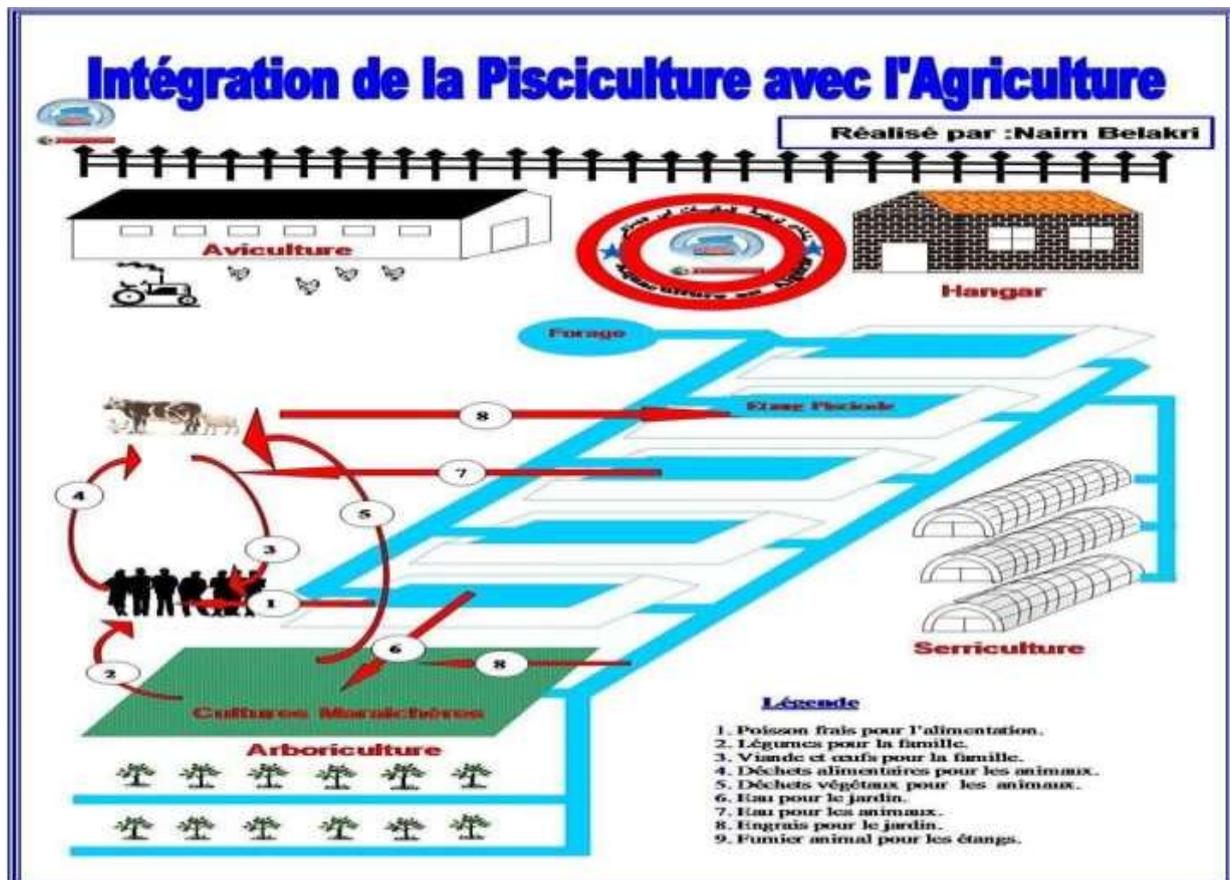


Figure 02 : L'intégration de la pisciculture à l'agriculture.

I. 3.2. Objectifs de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture :

Selon (MPRH 2009), l'intégration de la pisciculture à l'agriculture présente plusieurs avantages :

- Garantir un apport supplémentaire en protéine.
- Diminuer l'utilisation des engrais chimique.
- Diminuer la malnutrition grâce à un approvisionnement en nourriture à haute valeur nutritionnelle.
- Valoriser l'utilisation des plans d'eau, naturels et artificiels.
- Accroître les rendements agricoles de l'exploitation.
- Diversifier les revenus de l'exploitation agricole et améliorer la qualité de vie des agriculteurs, notamment dans les petites exploitations.
- Créer un micro écosystème qui permet de recycler les résidus agricoles dans la pisciculture et vis-versa, tout en réduisant la pollution organique.
- Réduire le coût de revient du poisson pour l'agriculteur et sa famille.
- Développer une agriculture bio et durable.

I. 3.3. Exemple de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture :

I. 3.3.1. Dans le monde :

La déclaration de Bangkok élaborée pendant la conférence mondiale sur l'aquaculture dans le troisième millénaire (**Bangkok, 2000**), a réitéré cette volonté, déclarant que «le potentiel de contribution de l'aquaculture à la production alimentaire n'a pas été compris dans tous les continents» alors que «l'aquaculture complète les autres systèmes de production alimentaire et que l'aquaculture intégrée peut valoriser l'utilisation actuelle des ressources d'eau dans les exploitations agricoles» (**Halwart et al., 2003**).

En Asie :

Une étude aux philippines a démontré que si le passage de la monoculture du riz à un système agricole intégré rizi-pisciculture nécessitait un investissement plus élevé de 17 % en main-d'œuvre et une augmentation du capital initial de 22%, la production supplémentaire de poissons avait, cependant, accru le revenu global de la ferme de 67%.

Un projet regroupant 256 fermiers au Bangladesh a révélé que les bénéfices nets qui dérivait de l'intégration de la pisciculture étaient supérieurs à 20% comparés à la seule riziculture en raison du fait que les agriculteurs utilisaient moins d'engrais et de pesticides. Les bénéfices globaux nets relatifs aux systèmes intégrés dépassaient 64 % pendant la saison sèche et 98% pendant la saison pluvieuse (**Dela Cruz et al., 1992**).

Dans les systèmes agricoles intégrés du nord-est de la Thaïlande, la disponibilité en eau de l'étang réservée à l'irrigation a considérablement amélioré les revenus de la ferme. Les agriculteurs ont pu produire et vendre leurs produits agricoles à meilleur prix pendant la saison sèche qui est particulièrement peu productive. Bien que la qualité de l'eau d'un étang diminue graduellement tout au long de la saison sèche, les agriculteurs s'y sont adaptés en élevant des espèces de poissons plus résistantes, telles que le silure qui respire l'air et réussit à bien se développer, même dans des conditions plutôt médiocres (**Cofad et al., 1999**).

En Afrique :

En Afrique, les bénéfices provenant de l'intégration de l'aquaculture ont favorisé son lancement, comme dans les différents projets qui reçoivent l'aide du programme spécial de la FAO en matière de sécurité alimentaire. Récemment, cinq pays (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali et Zambie) ont formé un réseau pour promouvoir les avantages qu'apportent tant l'intégration de l'aquaculture que l'irrigation (**Cofad et al., 1999**).

Dans la région de Mopti au Mali, la rizi-pisciculture dans la plaine d'inondation du fleuve Niger (l'azone Tiroguel) a été évaluée dans une analyse d'étude de cas d'un projet potentiel (**Bamba et Kienta, 2000**).

En Côte d'Ivoire, des élevages de porcs ont été associés à une pisciculture de *Tilapia nilotica*, les sous-produits de l'élevage (fumier, restes d'aliments) allant dans l'étang et servant à la fois d'engrais pour le milieu aquatique et d'aliment pour les poissons (**Morissens, 1979**). Il existe cependant, des cas où l'étang peut être véritablement intégré à l'agro système.

Au Nigeria, de nombreux éleveurs de poissons opèrent une diversification en intégrant des activités agricoles, ce qui leur permet d'accroître leurs revenus. Le bétail, la volaille et les cultures sont intégrés avec succès, la combinaison préférée étant celle qui associe culture-bétailpoissons. Lorsque le système utilise les animaux de la basse-cour ou les porcs, des cages peuvent être construites au-dessus des bassins, ou dans le cas des bovins et des porcs, les déjections sont rejetées dans le bassin (**Daouda, 2003**). Dans les régions rizicoles, le riz

permet l'installation des frayères, un système très répandu et utilisé depuis longtemps en Asie. Dans les zones de cultures sèches, on plante du maïs, des arachides et du soja pour nourrir les poissons (Senouvo *et al.*, 1996).

En Algérie :

Compte-tenu de l'intérêt du développement de l'aquaculture intégrée à l'agriculture notamment en matière de contribution à la sécurité alimentaire, à la diversification des sources de revenus et à la création d'emplois, le ministère pêche et des ressources halieutiques (MPRH), en collaboration avec la FAO, a initié un projet pilote de coopération technique (TCP/ALG/3103) intitulé : soutien à l'aquaculture saharienne et valorisation des étangs salés.

La wilaya d'Ouargla qui dispose de ressources hydriques souterraines et des lacs d'eau salée offre des conditions favorables au développement aquacole mais également à son intégration à l'agriculture.

L'objectif principal de ce projet consiste dans la promotion et le développement de la pisciculture saharienne dans le but de contribuer au développement économique ainsi qu'à l'amélioration et à la diversification de l'alimentation des populations locales.

La direction de la pêche et des ressources halieutique (DPRH) lancé un programme d'intégration (03 Aout 2017) de 14 bassins d'irrigation, 4 dans la wilaya de Tizi-Ouzou et 10 à Bouira.

La direction de la pêche de la wilaya d'Alger lancé une opération d'ensemencement de 8000 alvins dans 16 bassins d'irrigation à Alger (25 juillet 2017) au niveau de trois subdivisions agricoles (Zèralda, Chèraga, Baraki).

I. 3.3.5. A la wilaya de Bejaïa :

La pisciculture intégrée à l'agriculture est l'une des filières aquacoles sur lesquelles compte s'appuyer la direction de la pêche et des ressources halieutiques de Bejaïa (Tab. 01) afin d'ancrer la culture de production mais aussi de consommation de poissons d'eau douce chez l'agriculteur et le citoyen en général, au vu de sa contribution avérée dans la consécration d'un micro-système environnemental permettant, outre la production de poisson, le recyclage des déchets agricoles tout en mettant un terme à la pollution organique.

La pisciculture intégrée en milieu agricole se fait dans des bassins d'irrigation (en ciment) ou des cages en plastiques placées dans des cours d'eau ou étangs, a ajouté le même responsable, soulignant que les subventions affectées, par les pouvoirs publics aux agriculteurs aux fins de construire des bassins d'irrigation soutien cet effort d'intégration de la pisciculture en milieu agricole.

La pisciculture intégrée, une ressource de qualité et des engrais naturels, les études scientifiques réalisées dans le domaine ont prouvé que l'élevage de poissons dans des bassins d'irrigation enrichit les eaux des bassins en question en engrais naturels, ce qui va mener progressivement, selon lui, à l'abandon, des engrais chimiques, outre sa contribution (pisciculture) dans le relèvement de la production de poissons (notamment carpe, mullet et tilapia du Nil).

Tableau 01 : L'opération de l'intégration de la pisciculture en agriculture dans la wilaya de Bejaia.

Commune	Nombre de bassins	Volume du bassin (m3)	Date d'ensemencement	Espèce de poisson
Oued Ghir	1	100	13/07/2017 07/09/2017	150 Mulets et 300 Tilapia rouge
Boukhelifa	1	300	19/09/2017	Tilapia rouge
Amizour	2	100	11/05, 13/07 et 05/11/2017 21/09 et 05/11/2017	850 Mulets et 500 Tilapia rouge
Seddouk	2	100 – 500	17/07/2017	30 Carpes commune
	1	300	17/07/2017	14 Carpes commune
	1	100	17/07/2017	06 Carpes commune
	1	50	17/07/2017	07 Carpes commune
	1	100	17/07/2017	06 Carpes commune
	2	50	08/11/2017	500 Tilapia rouge
Beni Maouche	1		17/07/2017	03 Carpes commune
Amalou	1		17/07/2017	06 Carpes commune
	1		17/07/2017	06 Carpes commune
M'cisna	1		17/07/2017	11 Carpes commune
Beni Ksila	2		20/05/2017	15 Carpes commune et 06 Anguilles
Aokas	1		10/10/2017	250 Tilapia rouge
Akbou	1		14/09/2017	700 Tilapia rouge
Tazmalt	1		18/09/2017	200 Tilapia rouge

nord et la chaîne des Bibans au sud, elle apparaît comme une étroite bande sinueuse de 80 km de long (à l'intérieur de la wilaya) sur une largeur maximale de 4 km (Anonyme, 2018). Enfin, la zone montagneuse constituée de la chaîne Bibans– Babors et de l'ensemble Akfadou-Gouraya, elle occupe les trois quarts de la superficie de la wilaya et présente des pentes supérieures à 25% (Anonyme, 1980).

II. 2. Présentation de site expérimental :

II. 2.1. Localisation des bassins d'irrigation :

Notre expérience de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture dans la wilaya de Bejaia repose sur la commune d'Oued Ghir au niveau de la Fondation de Rééducation et de Réhabilitation où le bassin d'irrigation est situé au niveau de la Fondation de Rééducation et de Réhabilitation d'Oued Ghir (Fig. 04), (Fig. 05). Pour la plantation de plantes cultivées à été planté au niveau de la pépinière de la conservation des forêts de Bejaia (Fig. 04).

La Fondation de Rééducation et de Réhabilitation est située à environ 11 km du siège de l'Etat de Bejaia. Sa superficie totale est estimée à : 119.201 m², dont la superficie bâtie est estimée à 37.674,20 m², soit 31,61% du total, et sa capacité est estimée à 1 000 lits (Fig. 04).

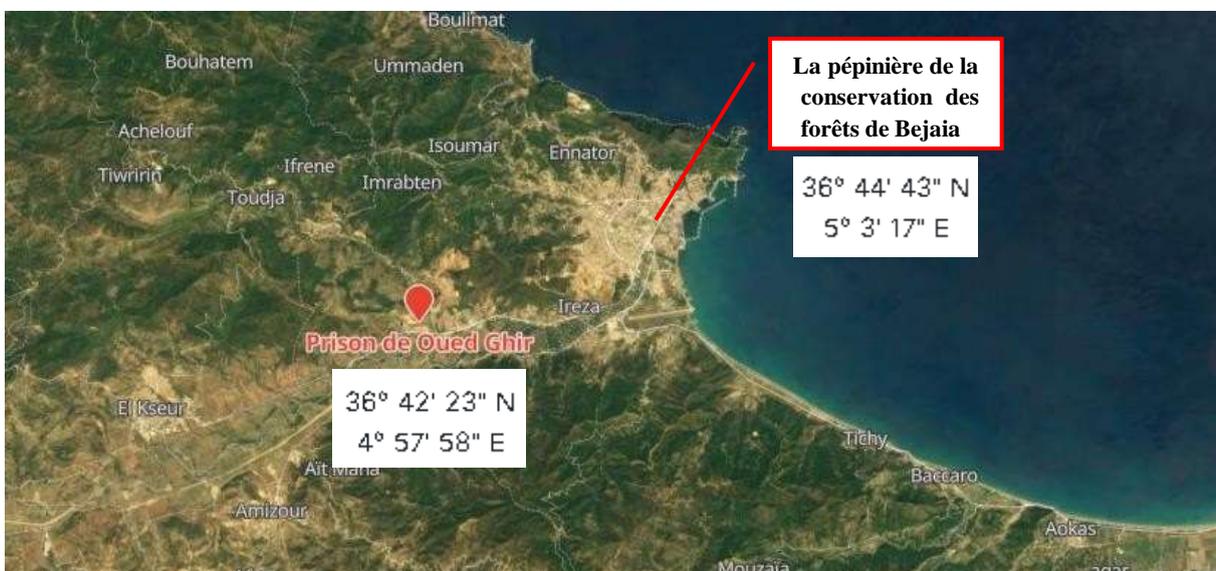


Figure 04 : Localisation de la zone d'étude et la zone d'échantillonnage

(Google Earth, 2024).



Figure 05 : Le bassin d'irrigation de la prison d'Oued Ghir (Photo originale).

II. 2.2. Les caractéristiques du bassin :

Le tableau 02 montre les principales caractéristiques du bassin d'élevage utilisé pour l'irrigation.

Tableau 02 : Caractéristiques du bassin d'élevage.

Situation (commune)	Date d'empoissonnement	Volume du bassin	Espèce de poisson	Quantité empoissonnée (poissons)	Taille initiale (cm)	Taille actuelle (Max) (cm)
Oued Ghir	Mai 2023	1,7 m ³	Tilapia Rouge	15 (mai 2023) 400 (mai 2024)	2 cm	30 Cm

Le bassin d'élevage au niveau de la prison d'Oued Ghir contient une seule espèce de poisson c'est la Tilapia rouge (fig. 06), cette espèce à atteindre un poids maximal de 500g et un taille maximal de 30 cm dans ces bassins.



Figure 06 : Tilapia rouge *Oreochromis niloticus* (Photo originale).

II. 3. Les espèces de culture :

Les cultures sur lesquelles nous avons travaillé sont des cultures de saison (le Piment fort rouge et l'Aubergine) qui devront donner des résultats dans les délais impartis à notre expérimentation.

II. 3.1. Le Piment fort rouge :

Le Piment fort rouge (*Capsicum annuum* L., 1753) est une espèce végétale appartenant à la famille des Solanacées originaire d'Amérique (du Mexique au Brésil) (fig. 07). Cette espèce présente de très nombreuses variétés, naturelles ou hybrides (issues du croisement avec des variétés de *Capsicum frutescens* par exemple). Certaines font des fruits de saveur extrêmement piquante, d'autres de saveur douce comme les piments doux ou les poivrons. Ces derniers se consomment tels quels, crus ou cuits, d'autres servent à confectionner des épices (piment de Cayenne, piment d'Espelette), d'autres servent de décoration au jardin (piments d'ornement).



Figure 07 : L'espèce cultivée le Piment fort rouge (Photo originale).

La classification systématique de Piment fort rouge est la suivante (tab. 03) :

Tableau 03 : La classification systématique du Piment fort rouge.

Nom latin	<i>Capsicum annuum</i> L., 1753
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Genre	<i>Capsicum</i>
Espèce	<i>Annum</i>

II.3.2. L'Aubergine :

L'Aubergine (*Solanum melongena* L., 1753) est une plante dicotylédone de la famille des *Solanaceae*, cultivée pour son légume-fruit. Le terme *aubergine* désigne la plante et le fruit (fig. 08).

Elle est originaire d'Asie, L'aubergine est un légume-fruit riche en composés phénoliques et alcaloïdes antioxydants aux effets favorables sur le syndrome métabolique.



Figure 08 : L'espèce cultivée l'Aubergine (Photo originale).

La classification systématique de l'Aubergine est la suivante (tab. 04) :

Tableau 04 : La classification systématique de l'Aubergine.

Nom latin	<i>Solanum melongena</i> L., 1753
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Melongena</i>

II. 4. L'irrigation :

II. 4.1. La méthode d'irrigation et le volume d'eau :

Nous avons planté les graines dans des pots de semis spéciaux, divisée en 03 sections :

- Section arrosée avec de l'eau de forage.

- Section arrosée avec l'eau d'élevage de poissons.
- Section arrosée avec l'eau de forage additionnée d'engrais chimique.

Nous avons commencé l'irrigation dès la fin du mois d'avril. Les cultures sont irriguées deux fois par semaine de 500 ml pour chaque plante. Afin de mettre en évidence l'effet de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les différents paramètres étudiés.

Nous avons initialement ajouté des engrais chimique à l'eau de forage après le processus de transplantation, afin d'aider les plantes à cultiver les tiges et les racines, dans un seul pot afin de le comparer avec les deux autres pots à des intervalles de 15 jours.

II. 4.2. Les analyses d'eau :

L'analyse de l'eau a été réalisée au niveau de laboratoire de l'ADE ; des analyses d'eau de forage et d'eau d'élevage ainsi que l'eau qui contient l'engrais chimique pour chaque paramètre (pH, Conductivité, Chlorure, Sulfate, Calcium, Sodium, Potassium, Bicarbonate, Magnésium, Nitrate) (tab. 05).

Tableau 05 : Les différents paramètres à analyses et leurs méthodes selon le laboratoire de l'ADE.

Paramètres	La méthode
pH	NA 751
Conductivité	NA 749
Calcium	NA 1657
Sodium	NA 1653
Nitrate	
Sulfate	
Bicarbonate	
Magnésium	NA 752
Potassium	NA 1653
Chlorure	ISO 6917

II. 5. Le sol :

II. 5. 1. Semis :

Un semis en ligne a été fait manuellement dans des pots, la dose du semis était homogène pour tous les pots (le 28 Avril 2024) (fig. 09).



Figure 09 : Le semis pendant le 1^{er} jour de plantation de Piment rouge (Photo originale).

II. 5. 2. Les analyses du sol :

Les analyses du sol ont été réalisées au niveau de laboratoire (Labo AGRICAL de Tazmalt, la région de Bejaia).

II. 5. 2. 1. Extraction de la solution du sol « extrait de la pâte saturée » :

✓ **Principe**

C'est la méthode de référence internationale recommandée par RIVERSIDE (USSL.Staff) Etats-Unis (Richards 1954). Etant donné la difficulté pour obtenir un extrait qui est représentatif de la solution du sol qui se trouve entre la teneur en eau à la capacité de champ et la teneur en eau au point de flétrissement à un moment donné, cette méthode normalisée consiste en apportant l'échantillon à saturation, c.-à-d. près de sa limite de liquidité (Servant, 1975, Baize, 1988).

✓ **Préparation de la pâte (fig. 10).**

- Peser 300 g tamisé à 2 mm est placée dans un bécher de 500 ml de volume. Ajouter de l'eau distillée à la terre tout en remuant avec une spatule. Les volumes pédologiques utilisés varient d'un échantillon à l'autre (Baize, 1988).
- Ajouter l'eau distillée à la terre jusqu'à saturation c.-à-d. jusqu'à sa limite de liquidité d'Atteberg. On crée ainsi un rapport terre/eau variable selon la texture.
- Ajouter de l'eau distillée à la terre tout en remuant avec une spatule. Les volumes pédologiques utilisés varient d'un échantillon à l'autre (Baize, 1988).

- Ajouter l'eau distillée à la terre jusqu'à saturation c.-à-d. jusqu'à sa limite de liquidité d'Atteberg.
- On crée ainsi un rapport terre/eau variable selon la texture.
- Selon Pelven, (1955), à saturation la pâte brille à la lumière et glisse librement la longe de la spatule.

Laisser la préparation reposer librement à la température ambiante. Pour que les deux phases solide et liquide soient en équilibre, il faut attendre de 12 à 24 h de temps. Au bout de cette période, la plupart des sels sont dissout (Mathieu et Pieltain, 2003).



Figure 10 : Préparation de la pâte saturée.

✓ **L'extrait saturé.**

Par centrifugation à 3000 tours/min pendant 10 min (fig. 11).

La solution ainsi récupérée est mise dans des bouteilles après les avoir filtrée jusqu'à sa limpidité. La solution liquide récupérée est déterminée par la mesure de la conductivité électrique (CE).



Figure 11 : L'extraction de la solution du sol par Centrifugation.

II. 5. 2. 2. Mesure de pH du sol :

Le pH est défini comme étant log-arithmique de la concentration en ions H en solution.

Le pH des sols à une gamme qui varie de 3 à 9. Différentes catégories de pH du sol peut être qualifiées comme suit : très acide (pH <5,0), modérément à légèrement acide (5,0-6,5), neutre (6,5 - 7,5), modérément alcaline (7,5 - 8,5), et fortement alcalines (> 8.5). La mesure du pH a été faite dans un rapport sol-eau égale à 1/2.5.



Figure 12 : pH mètre.

II. 5. 2. 3. Mesure de la salinité du sol par la conductivité électrique :

La salinité du sol est la teneur de tous les sels solubles d'un sol. Elle a été mesurée sur l'extrait de la pâte saturée parce qu'il reflète les conditions de la solution du sol en plein champ. La mesure a été effectuée à l'aide d'un conductimètre de la marque Hanna (fig. 13).



Figure 13 : Conductimètre.

II. 5. 2. 4. Dosage de matière organique dans le sol (Méthode d'ANNE) :

Les méthodes de détermination du taux de matière organique par le dosage du carbone sont fondées sur le fait que carbone représente 58% de la matière organique (fig. 14).

La méthode la plus généralement employée consiste à oxyder à chaud le carbone de la MO contenu dans un échantillon de sol, dans des conditions définies, en utilisant une quantité connue d'un oxydant puis le bichromate de potassium en milieu sulfurique. On admet que l'oxydant puis le bichromate de potassium en milieu sulfurique. On admet que l'oxygène sommé est proportionnel au C que l'on veut doser.

Le bichromate en excès est titré par un réducteur : le sel de Mohr. Cependant ces méthodes ne peuvent séparer le carbone organique des autres formes de carbone : (carbone minéral, graphie...). (Voir annexe 1)

$$\text{MO}\% = 100/58 \times \text{C}\%$$



Figure 14 : Dosage de matière organique.

II. 6. Plantation et croissance de la plante :

Nous avons réalisé la semence des graines du piment rouge fort et de l'aubergine, après environ 15 jours de cela, Nous avons préparé 12 Pots ; 06 Pots pour chaque espèce, et deux pots pour chaque type d'irrigation, et nous avons effectué le processus de plantation le 28 Avril 2024, en la répartissons également sur les pots de manière à planter dans chaque pot 3 plants pour l'aubergine et dans chaque pots 02 plantes pour le piment rouge, après l'élection et l'élimination des plants malades et confus ou encore très petits.

- ✓ Les principales phases de la croissance de nos plantes :

✚ Phase de germination :



Figure 15 : Le début de germination des Piment rouge et l'aubergine (Après 15 jours de plantation) (Photo originale).



Figure 16 : La répartition des plantes (Piment rouge fort + L'aubergine) dans des nouveaux pots après 20 jours de plantation.

✚ Phase de croissance :



Figure 17 : La répartition des plantes (Piment rouge fort + L'aubergine) après 40 jours de transfert vers des nouveaux pots.

La partie résultats et discussions est consacrée pour montrer les principaux résultats de notre travail, ces résultats sont généralement relatifs aux Analyses des données climatiques de la région de Bejaia, qualités des eaux utilisés en irrigation, analyses du sol et analyses relatives à la plante.

III. 1. Analyse des données climatiques :

Les données climatiques pour la région de Bejaia ont été obtenues auprès de la station de la Direction Régionale Météorologique Central (DRMC) de l'Aéroport de Bejaia / Soummam – Abane Ramdane Algérie

Seuls les précipitations, la température, le vent et les valeurs relatives l'humidité sont traitées.

La température dans la région de Bejaia a varié entre 12°C en janvier et 22 °C en juin avec une valeur moyenne d'environ 15,5°C (Fig. 18).

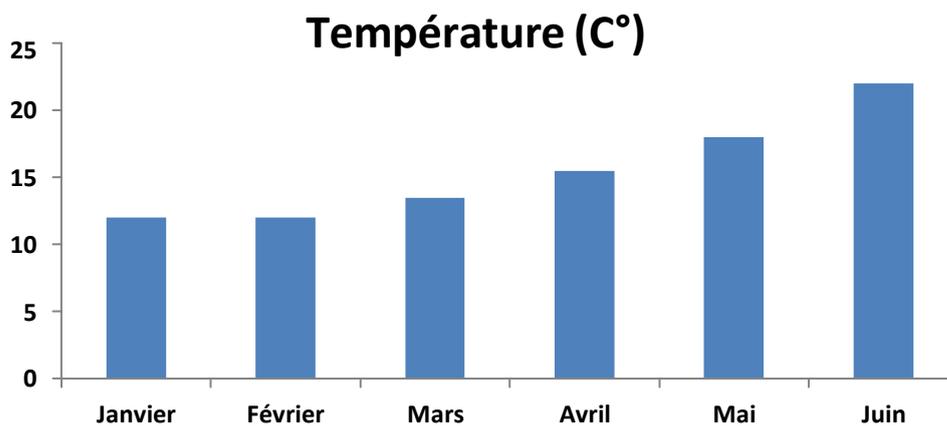


Figure 18 : Analyse des Température (°C) de Janvier à Juin 2024 de la région de Bejaia.

La quantité mensuelle de la précipitation de Janvier au Juin 2024 est d'environ 293,2 mm. Les faibles valeurs de la précipitation ont été enregistrées au mois de Juin (Fig. 19) et le maximum en Janvier 2024 (Fig. 19).

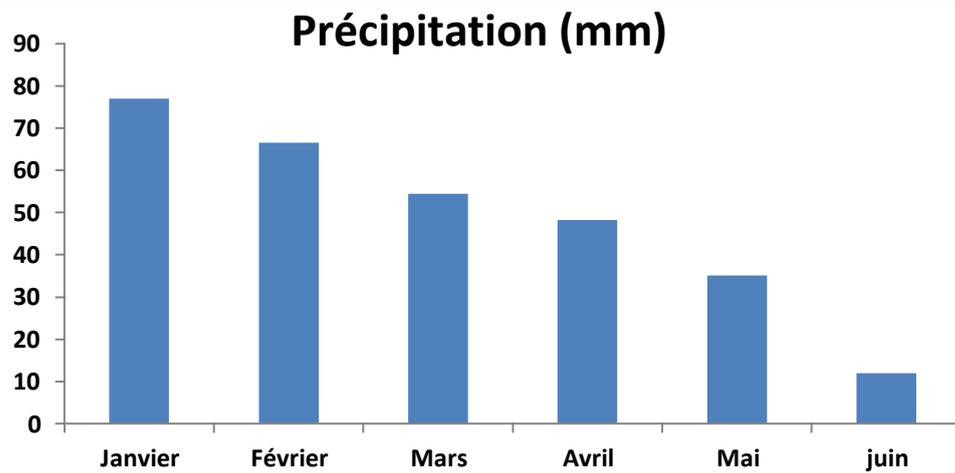


Figure 19 : Analyse des Précipitations moyennes (mm) de Janvier à Juin 2024 de la région de Bejaia.

Les niveaux d'humidité indiquent que la valeur élevée (74,6%) est enregistrée en Juin et que la valeur basse est enregistrée en Janvier (67,8%) (Fig. 20).

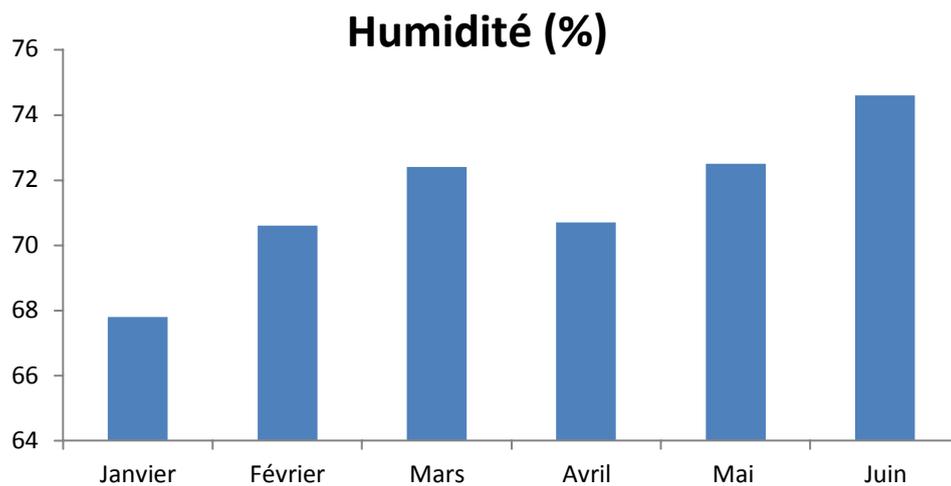


Figure 20 : Analyse des Humidité relative moyenne (%) mensuelle de Janvier à Juin 2024 de la région de Bejaia.

Les vents dans la région de Bejaia sont très fréquents et varient en vitesse entre 9 km h⁻¹ et 13,6 km h⁻¹ pendant la période d'étude (Fig. 21).

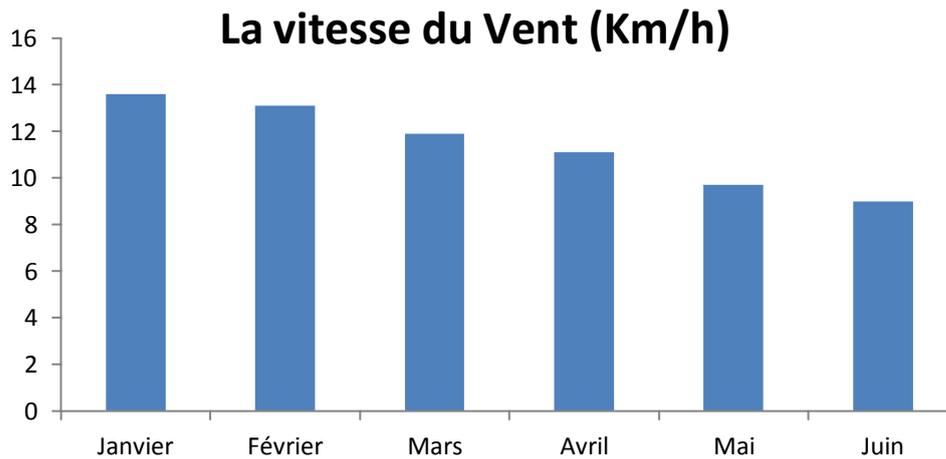


Figure 21 : Analyse des Vitesse mensuelle moyenne du vent (Km.h^{-1}) de Janvier à Juin 2024 de la région de Bejaia.

DISCUSSION :

La comparaison de la variabilité temporelle des températures et des précipitations et des paramètres climatiques montre que l'Algérie souffre d'une longue période de sécheresse liée à la rareté et à la répartition inégale des précipitations (**Bemani et al., 2021**).

Selon **Salomon et al., (2007)**, une tendance au réchauffement variant entre 0,2 et 0,4 W C par décennie dans le nord de l'Algérie a également été observée de 1975 à 2004. Les mêmes résultats ont été rapportés par **Giorgi (2000)** et **New et al., (2001)** pour diverses périodes du 20e siècle.

Par rapport à l'autre région, le centre de l'Algérie, y compris la région de Bejaia, souffre de faibles précipitations (**Meddi, 2013 ; Meddi et al., 2016 ; Bemani et al., 2021**).

D'importants programmes de protection des ressources en eau en Algérie ont été mis en place, leur objectif fondamental est de faire face aux pénuries chroniques qui affectent la source d'eau (**Garadi, 2006 ; Kettab, 2008**).

III. 2. Les analyses des eaux :

Pour évaluer la qualité des eaux utilisées en irrigation, nous avons basé sur les normes de la **FAO (1985)** comme référence, dans ce but nous avons comparé nos résultats obtenus par rapport aux normes de la FAO (tab. 06).

Tableau 06 : Les directives pour l'interprétation d'une eau d'irrigation selon la FAO, (1985)

Paramètres de l'eau	Symbole	Unité	Teneur habituelle dans l'eau d'irrigation
SALINITE			
-Teneur en sel			
-Conductivité électrique	ECw	ds/m	0 – 3
ou			
Total de matière solides dissoutes	TDS	mg/l	0 – 2000
Cations et Anions			
Calcium	Ca ⁺⁺	me/l	0 -20
Magnésium	Mg ⁺⁺	me/l	0 – 5
Sodium	Na ⁺	me/l	0 -40
Carbonate	Co ³⁻⁻	me/l	0 – 0,1
Bicarbonate	HCO ³⁻	me/l	0 – 10
Chlorure	Cl ⁻	me/l	0 – 30
Sulphate	So ⁴⁻⁻	me/l	0 - 20
Paramètres de l'eau	Symbole	Unité	Teneur habituelle dans l'eau d'irrigation
Eléments nutritifs			
Azote nitrique	NO ^{3-N}	mg/l	0 - 10
Azote ammoniacal	NH ^{4-N}	mg/l	0 – 5
Phosphate phosphoreux	PO ^{4-P}	mg/l	0 – 2
Potassium	K ⁺	mg/l	0 – 2
DIVERS			
Bore	B	mg/l	0 – 2
Acidité	Ph	1 – 14	6,0 – 8,5
Coefficient d'adsorption Du sodium	SAR	me/l	0 - 15

Les résultats de l'analyse physico-chimique des eaux d'irrigation utilisées dans notre travail sont représentés dans le tableau ci-dessous. Les valeurs présentées sont des moyennes des différentes caractéristiques chimiques des eaux d'irrigation échantillonnées. Les intervalles recommandés pour l'irrigation sont basés sur les normes générales pour assurer des conditions optimales pour la croissance des cultures selon la **FAO, (1985)**.

Tableau 07 : Les résultats moyens des analyses des eaux d'irrigation.

Paramètres	Résultats d'eau de forage	Résultats d'eau Piscicole	Résultats d'eau de forage + engrais	Teneur habituelle dans l'eau d'irrigation
Acide/Basicité (pH)	7.65	7.39	6.91	6,0 - 8,5
Conductivité électrique (CE)	1.11	1.70	4.89	0 - 3 ds/m
Chlorure (Cl)	3.61	3.80	5.72	0 - 30 meq/L
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	7.41	7.50	8.83	0 - 10 meq/L
Calcium (Ca ²⁺)	16.96	7.96	0	0 - 20 meq/L
Sodium (Na ⁺)	2.39	4.78	13.39	0 - 40 meq/L
Potassium (K ⁺)	0.03	0,11	2.82	0 - 2 meq/L
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	8.06	10.98	11.80	0 - 20 meq/L
Magnésium (Mg ²⁺)	0.03	0.38	0.61	0 - 5 meq/L
Nitrate (NO ₃ ⁻)	0.34	5.94	8.13	0 - 7 meq/L

Acide/Basicité (pH) : La valeur moyenne du pH des eaux d'irrigation est de 6.91 dans les échantillons d'eau de forage avec engrais ajouté et 7.39 pour l'eau piscicole indiquant un pH neutre au niveau de ces eaux, alors que la valeur de l'eau de forage égale 7.65 est légèrement alcaline (tab. 07).

Conductivité électrique (CE) : La valeur moyenne de la conductivité électrique est de 4.89 dS/m pour l'eau de forage avec engrais, indiquant une augmentation significative par rapport aux autres types d'eau (1.11 dS/m pour l'eau de forage et 1.70 dS/m pour l'eau piscicole), ce qui peut refléter une plus grande concentration en sels dissous. Ces valeurs montrent que l'utilisation de ces eaux en irrigation peut provoquer un problème de salinisation à long terme (tab. 07).

Chlorure (Cl⁻) : La concentration moyenne des Chlorures (Cl) dans les eaux d'irrigation sont faibles dans les trois types des eaux d'irrigation et ne provoquent aucun risque (tab. 07), dont la valeur de l'eau de forage (3.61 meq/L) est inférieure à celle de l'eau d'élevage (3.80 meq/L), alors que la valeur d'eau de forage avec engrais ajouté est la plus grande (5.72 meq/L).

Bicarbonate (HCO₃⁻) : Les valeurs moyennes des Bicarbonates ((HCO₃) sont également élevées (environ 8.8 meq L⁻¹) (tab. 07), ce qui peut entraîner des problèmes d'alcalinité des sols au fil du temps.

Calcium (Ca^{2+}) : Les valeurs moyennes du Calcium (Ca) sont 2 fois plus élevées dans l'eau de forage (16,96 meq/ L) que dans l'eau de pisciculture (7,96 meq/ L) avec des variations significatives entre les types d'eau (tab. 07).

Sodium (Na^+) : Les valeurs moyennes du Sodium (Na) sont 2 fois plus élevées dans l'eau de pisciculture que dans l'eau de forage. Alors que La moyenne de la concentration en sodium est de 13.39 meq/L, indiquant une présence accrue dans l'eau de forage avec engrais (tab. 07).

Potassium (K^+) : Les valeurs moyennes du Potassium (K) sont 4 fois plus élevées dans l'eau de pisciculture (0,11 - 0,03 meq L⁻¹) que dans l'eau de forage (tab. 07). La moyenne de la concentration en potassium est de 2.82 meq/L pour l'eau de forage avec engrais, valeur qui dépasse les normes de 2 meq/L.

Sulfate (SO_4^{2-}) : La valeur du Sulfate (SO_4) est de 8.06 meq/L pour l'eau de forage et de 10.98 meq/L pour l'eau d'élevage, par contre elle est de l'ordre de 11.80 meq/L pour l'eau de forage avec engrais (tab. 07).

Magnésium (Mg^{2+}) : La valeur moyenne du Magnésium (Mg) dans l'eau de pisciculture est 10 fois plus élevée que la valeur moyenne de l'eau de forage (tableau 5). La concentration en magnésium pour l'eau de forage avec engrais est 20 fois plus élevée que la valeur moyenne de l'eau de forage (tab. 07).

Nitrate (NO_3^-) : Les valeurs de Nitrate (NO_3) sont 0,34 pour l'eau de forage, par contre elles sont d'environ 5,94 meq/L pour l'eau de pisciculture et 8.13 meq/L pour l'eau de forage avec engrais valeur qui dépasse les normes de 7 meq/L (tab. 07).

Ces résultats montrent que les eaux d'irrigation peuvent présenter des variations significatives dans leur composition chimique, ce qui nécessite une gestion appropriée pour assurer une utilisation efficace et durable dans l'agriculture.

DISCUSSION :

La pisciculture intégrée a été recommandée pour une meilleure utilisation des ressources, de meilleurs revenus, le recyclage des déchets, la réduction de la pollution et la conservation de l'environnement (Acharya et Biswas, 1996 ; Lu et Li, 2006 ; Miller, 2010 ; Hu *et al.*, 2016 ; Zouakh *et al.*, 2016 ; FAO, 2020).

Le recours à cette stratégie nécessite un suivi approfondi des analyses physico-chimiques de l'eau. Ces paramètres sont mentionnés dans le tableau 07. Les résultats indiquent un environnement favorable à la reproduction et à la croissance de *Capsicum annuum* et *Solanum melongena*.

De plus, cette étude montre que le pH est légèrement alcalin (7.65 pour l'eau de forage). Ces valeurs ne sont pas très différentes, par exemple, de celles de l'étude de Rana *et al.*, (2010) et Bassuony *et al.*, (2014) pour des échantillons d'eau collectés dans le nord-est du Delta-Égypte, et Bouaroudj *et al.*, (2019) pour le Nord-Est de l'Algérie et également celui de Shammi *et al.*, (2016) réalisé dans le district de Khulna, Bangladesh. Les résultats du pH se situent dans la limite de sécurité de la norme de pH (6 à 8.5) à des fins d'irrigation de la FAO (1985) et de pH (6.5 à 8.4) via les normes d'Ayers et Westcot (1988).

Selon les lignes directrices de la FAO (1985) et AYERS et WESTCOT (1988), l'eau d'irrigation de réservoir est légèrement salée, elle dépasse 0,7 dS m⁻¹. Ce constat est mentionné dans plusieurs études réalisées en Algérie (Koull *et al.*, 2013 ; Bouaroudj *et al.*, 2019) ainsi qu'en Inde du Sud (Brindha et Kavitha, 2015 ; Etteieb *et al.*, 2017).

Les niveaux de bicarbonate se situent entre 0 et 10 meq L⁻¹, ce qui n'a posé aucun problème croissant (FAO, 1985).

L'eau avait une excellente qualité de concentrations de Chlorure (Cl⁻), calcium (Ca), magnésium (Mg) et sodium (Na), sulfate (SO₄), potassium (K) dans les trois types d'eaux. Tous les paramètres étudiés sont équilibrés, ce qui signifie que les eaux sont appropriées pour l'irrigation sur la base des valeurs du tableau 07.

Les concentrations de NO₃ dans l'eau de forage sont inférieures aux directives de la FAO (1985), voire inférieures aux concentrations de nitrate enregistrées dans la rivière Medjerda en Tunisie (Etteieb *et al.*, 2017). Dans les eaux piscicoles, la concentration de NO₃ est d'environ 6 meq L⁻¹, cette valeur est 17 fois supérieure à celle de l'eau de forage. Mais cette valeur ne dépassait pas la gamme appropriée par apport à l'eau de forage avec engrais (tab. 07).

III. 3. Les analyses du sol (avant et après la plantation) :

Pour un objectif de connaître la nature du sol de nos pots de plantation; nous avons passé par des certains analyses physico-chimiques du sol dont ces paramètres sont nécessaires pour la croissance et développement de la culture de Piment et l'Aubergine. Comme nous avons effectué une comparaison entre quatre types des sols : sol avant plantation, sol du pot irrigué par l'eau de forage, sol du pot irrigué par l'eau d'élevage, et sol du pot irrigué par l'eau de forage avec un usage d'engrais. Les résultats sont représentés ci-dessous.

- **Mesure de pH :**

Tableau 08 : Résultat de pH.

Ph			
Avant la plantation	Après la plantation		
	Pot irrigué par l'eau de forage	Pot irrigué par l'eau d'élevage	Pot irrigué par l'eau de forage + l'engrais
7.13	6.84	6.81	5.76

- Les valeurs du pH dans les échantillons du sol montrent que le sol a un pH modérément acide pour les sols irrigué par l'eau de forage avec l'engrais (pH = **5.76**), ce qui provoque un risque d'acidité des sols à long terme. Les valeurs du pH dans les deux autres échantillons du sol montrent que les sols ont un pH neutre. Comme nous avons enregistré une diminution des valeurs du pH des trois types des sols après l'irrigation par rapport à l'état initiale du sol (tab. 08).

- **Mesure de la conductivité électrique :**

La mesure de la conductivité électrique est pour déterminer le degré de salinité des sols étudiés, les valeurs obtenues après les mesures sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 09 : Résultats de la conductivité électrique

CE de la pâte saturée en (mS/cm)			
Avant la plantation	Après la plantation		
	Pot irrigué par l'eau de forage	Pot irrigué par l'eau d'élevage	Pot irrigué par l'eau de forage + l'engrais
0.23	0.77	0.82	2.08

- Les valeurs des conductivités électriques mesurées dans les quatre types des sols montrent que l'échantillon du sol avant la plantation est non salé avec une valeur de CE égale à 0.23 dS/m, par contre les sols irrigués par l'eau de forage et l'eau d'élevage sont des sols légèrement salés avec des valeurs de CE presque identiques, et le sol irrigué par l'eau de forage avec l'utilisation des engrais est un sol très salé avec une valeur de conductivité électrique égale à 2.08 dS/m, nous pouvons expliquer cette valeur par l'utilisation des engrais (tab. 09).

- **Dosage de la matière organique.**

- D'après la classification de Schaefer, 1975 (tab. 10) les sols sont classés selon le taux de la matière organique comme suite :

Tableau 10 : Classification des sols selon la matière organique selon Schaefer, 1975.

Classes	Taux de la matière organique	Qualification du sol
1	< 1%	Très pauvre
2	1% à 2%	Pauvre
3	2% à 4%	Moyenne
4	> 4%	Riche

Les résultats de mesure de la matière organique dans le sol sont figurés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 : Résultats de la matière organique.

Matière organique (%)			
Avant la plantation	Après la plantation		
	Pot irrigué par l'eau de forage	Pot irrigué par l'eau d'élevage	Pot irrigué par l'eau de forage + l'engrais
7.10	7.23	8.16	11.69

- L'échantillon témoin contient un pourcentage de la matière organique égal à 7.10 %, cette valeur signifie que cet échantillon est riche en matière organique.

- Les trois autres types du sol contiennent aussi un pourcentage riche de la matière organique avec des valeurs entre 7.23% et 11.69% (tab. 11).

DISCUSSION :

Les mesures du pH avant et après le placage indiquent que notre sol est caractérisé par un pH neutre au niveau des sols irrigué par les eaux de forage et les sols irrigué par eaux aquacole. Alors que au niveau des sols irrigué par l'eau de forage avec l'anglais est un pH modérément acide. L'une des raisons de l'acidité du sol est la nature de l'eau irriguée, De plus, et selon **Mashhady et Rowell (1978)**, les principaux facteurs responsables du pH sont la pression partielle de CO_2 et la concentration en ions CO_3^{2-} et HCO_3^- . Les sols ont généralement un pH compris entre 4 et 10 (**Szabolcs, 1989**), résultat de certains composés tels que les minéraux argileux du sol, la matière organique, les échanges d'ions associés et les réactions d'hydrolyse (**Sumner et al., 1991**). Dans les régions arides et semi-arides, le pH des sols est souvent alcalin (**Suarez et al., 1984 ; Quirk & Schofield, 1955 ; Bronick et al., 2005**).

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire le courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau (**Derwiche et al., 2010**).

La conductivité est 2.08 mS/cm pour les pots irrigué par l'eau de forage avec l'engrais, cette valeur dépasse énormément les normes des directives de la **FAO (1985)** et donc elle présente un problème croissant et grave, si elles sont utilisées pour l'irrigation.

La matière organique est le principal constituant important pour une agriculture durable (**Tiessen et al., 1994 ; Zech, 1997**) car elle contribue considérablement à l'apport de nutriments, à la capacité d'échange cationique (CEC) et à une structure favorable du sol (**Glaser et al., 2002 ; Huber et al., 2011**).

IV. 4. Croissance de la culture :

Dans cette partie nous avons comparé les dimensions de la culture de Piment fort et l'Aubergine des différents pots : pot irrigué par l'eau de forage, pot irrigué par l'eau d'élevage et du pot irrigué par l'eau de forage en utilisant des engrais, les résultats sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Pour la culture des piments forts (tableau 12) :

- Dans le pot irrigué par l'eau de forage; la taille des plus grandes tiges est de 18.5 cm et la taille des feuilles varie entre 6.9 à 7.1 cm.

- Pour le pot irrigué par l'eau d'élevage; la taille des plus grandes tiges est de 23.7 cm et la taille des feuilles varie entre 8.6 à 9.0 cm.
- Dans le pot irrigué par l'eau potable en utilisant des engrais; la taille des plus grandes tiges est de 34 cm et la taille des feuilles varie entre 7.3 à 10 cm.

Tableau 12 : Variation des longueurs des tiges et des feuilles de Piment fort.

Le Piment fort					
Pot irrigué par l'eau de forage		Pot irrigué par l'eau d'élevage		Pot irrigué par l'eau de forage + l'engrais	
Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)
16.4	6.9	22.9	8.6	22.6	7.3
18.5	7.1	23.7	9.0	34	10

Pour la culture des aubergines (tableau 13) :

- Dans le pot irrigué par l'eau de forage; la taille des plus grandes tiges est de 11.4 cm et la taille des feuilles varie entre 5.9 à 7.2 cm.
- Pour le pot irrigué par l'eau d'élevage; la taille des plus grandes tiges est de 14.2 cm et la taille des feuilles varie entre 7.2 à 8.2 cm.
- Dans le pot irrigué par l'eau potable en utilisant des engrais; la taille des plus grandes tiges est de 15.5 cm et la taille des feuilles varie entre 9.2 à 17.9 cm.

Tableau 13 : Variation des longueurs des tiges et des feuilles de l'Aubergine.

l'Aubergine					
Pot irrigué par l'eau de forage		Pot irrigué par l'eau d'élevage		Pot irrigué par l'eau de forage + l'engrais	
Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)
7.9	5.9	12.6	7.2	12.9	9.2
10.6	7.1	13.8	8.0	13.4	14.5
11.4	7.2	14.2	8.2	15.5	17.9

D'après ces résultats nous avons noté les remarques suivantes :

En termes de dimensions de la culture de Piment fort et l'Aubergine des différents pots nous constatons que les meilleurs résultats ont été enregistrés dans les deux derniers pots, et que les résultats de Piment fort et l'Aubergine du pot irrigué par l'eau d'élevage sont plus proches aux résultats de Piment fort et l'Aubergine du pot irrigué par l'eau de forage en utilisant des engrais.

DISCUSSION

La pisciculture intégrée est plus recommandée en milieu rural, notamment au niveau des moyennes et petites exploitations pour son apport protéique important (MPRH, 2009). Les études à travers le monde encouragent cette méthode en raison de son double bénéfice pour l'aquaculture et l'agriculture (Dela, 1992 ; Cofad *et al.*, 1999 ; Bamba et Kienta, 2000). En Algérie ; la région de Ouargla est le meilleur exemple de la réussite de ce projet.

Selon Zouakh *et al.*, (2016) et Corner *et al.* (2020), cette nouvelle activité présente plusieurs avantages dont le plus important est la préservation de la consommation d'eau notamment pour les déserts et les régions caractérisées par un climat aride.

Les résultats obtenus dans cette étude sont similaires à ceux rapportés par Zouakh *et al.*, (2016), qui utilisent l'eau des réservoirs pour irriguer différents types de cultures (tab. 14).

Les résultats obtenus montrent que l'eau issue de la pisciculture a un impact sur la croissance des plantes d'une part et une rentabilité accrue de la production d'autre part (tab. 14).

Nos travaux ont montré que l'intégration de la pisciculture dans l'agriculture par irrigation avec l'eau du bassin d'élevage a un effet positif sur les rendements de Piment fort et l'Aubergine puisque des différences significatives ont été enregistrées pour les différents paramètres de rendement étudiés.

Tableau 14 : Comparaison de la variation des longueurs des tiges et des feuilles (cm) dans plusieurs cultures irriguées par les eaux piscicoles selon Zouakh *et al.*, (2016).

Melon <i>Cucumis melo</i>		Pastèque <i>Citrullus lamatus</i>		Courgette <i>Cucurbita pepo</i>		Tomate <i>Solanum Lycopersicum</i>			
Irrigation par l'eau piscicole		Irrigation par l'eau piscicole		Irrigation par l'eau piscicole		Irrigation par l'eau piscicole		Irrigation par l'eau potable + l'engrais	
Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)	Longueur de tige (cm)	Longueur de feuille (cm)
83,5	12	05	9,5	100	8,5	18	01	20	01
91	11	06	11,5	113,5	13,5	23	1,5	25	1,9
93	12	07	14,5	115	11	28	03	29	2,5

94,5	13	14	11,5	117,5	11,5	33	4,1	36	04
97	14,5	18	12	123,5	12,5	37	05	41	5,2
101	13,5	28	11	124,5	11	40	06	48	6,5
108	13,5	34	13,5	127	11,5	45	6,9	52	7,1
119	14	36	14,5	156	10	51	7,5	59	08
122	12,5	41	16,5	162	10				
131	12,5	69	13,5	174	12				
139	13	73	14	200	12,5				
140	15	75	11,3						
146	12,5	92	14,5						

Sur la base de notre étude, nous pouvons conclure que l'irrigation avec l'eau de poisson à un effet positif significatif sur les plantes agricoles, y compris le piment fort et l'aubergine, par rapport à l'eau normalement approuvée pour l'irrigation.

Nous avons fait les analyses du sol d'eau d'élevage et l'eau de forage pour voir l'effet d'eau d'irrigation par rapport l'eau de forage seul et avec l'engrais.

Notre sol a un pH neutre de 7.13 à 6.84 et de conductivité avant la plantation est non salé avec une valeur de CE égale à 0.23 dS/m par contre les sols irrigués par l'eau potable avec l'engrais sont des sols modérément acide. La matière organique égal à 7.10 %, cette valeur signifié que cet échantillon est riche en matière organique, les trois autres types du sol contiennent un pourcentage élevé de la matière organique avec des valeurs entre 7.23 % et 11.69 %.

Les résultats obtenus montrent que l'eau d'élevage de poisson à un impact sur la croissance des plantes de Piment fort et de l'aubergine d'une part et une rentabilité accrue de la production de l'autre.

La différence entre les trois essais résume que les plantes irrigués avec l'eau de forage plus l'engrais à des résultats convergés avec l'eau d'élevage, au contraire pour les plantes irriguées avec l'eau de forage qui a une croissance lente et un faible rendement donc d'après ces résultats on peut éviter complètement l'utilisation des engrais chimiques et les compensés avec l'eau d'élevage de poisson pour des produits abondants et naturels.

Notre travail à fait ressortir que l'intégration de pisciculture à l'agriculture en irrigant par l'eau du bassin d'élevage à un effet positif sur les rendements de piment fort et l'aubergine puisque des différences significatives ont été enregistrées pour les différents paramètres de rendement étudiés.

A la lumière des résultats, nous recommandons :

- De continuer les travaux de recherches sur ce sujet en s'intéressant à l'étude de la qualité des eaux piscicoles par ces eaux afin de mettre en évidence comment ces eaux agissent sur la plante cultivée.

- L'organisation des journées de sensibilisation au profit des agriculteurs sur l'importance du projet d'intégration de la pisciculture à l'agriculture sur le plan local voir même sur le plan national.

- De sensibiliser les agriculteurs sur le rôle important qu'ils peuvent jouer dans le processus de production aquacole et agricole mais aussi dans la sauvegarde de l'environnement.

- L'organisation des formations périodiques afin d'assister techniquement les agriculteurs dans leurs activités d'intégration de la pisciculture à l'agriculture.

- Coordination entre la direction de la pêche et la direction de l'agriculture pour le succès du processus d'intégration.
- Assurer le suivi du projet par les deux directions pour assurer le déroulement du travail et le succès du projet.
- Rapprocher l'étudiant des micros projets et faire des sorties scientifiques pour consolider son idée de travail et lui donner une vision de son avenir.

- La tendance vers l'agriculture biologique.

Résumé :

Le but de cette étude est de contribuer à la réalisation du projet qui repose sur l'intégration de la pisciculture dans l'agriculture de la région de Bejaïa. Il consiste à évaluer l'effet de l'irrigation avec de l'eau de pisciculture sur la croissance des plantes et le rendement des cultures espèces, afin de minimiser l'utilisation d'engrais chimiques. Pour la réalisation de notre expérience nous choisissons le piment fort (*Capsicum annuum*) et l'aubergine (*Solanum melongena*) comme corps. Nous avons planté les graines dans des pots spéciaux pour semis, répartis en 03 sections : Section irriguée avec eau de forage, section irriguée avec de l'eau de pisciculture, et la dernière section Irrigué avec de l'eau de forage avec ajout d'engrais chimiques.

Tous les paramètres de l'eau ont été analysés : le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité (CE), le calcium (Ca^{2+}), sodium (Na^+), nitrate (NO_3^-), sulfate (SO_4^{2-}), magnésium (Mg^{2+}), potassium (K^+) et chlorure (Cl^-). Les analyses de l'eau de forage et les eaux de la pisciculture ont indiqué que tous les paramètres étudiés sont équilibrés signifie que les eaux sont approprié pour l'irrigation. En plus des analyses de l'eau, les paramètres du sol ont été mesurés : le potentiel de l'hydrogène (pH), la conductivité (CE), la matière organique (OM). Les trois tests résumant que la plante est irriguée avec de l'eau forage et l'engrais a résultats similaires à la plante irriguée par l'eau de pisciculture. De plus, le développement est hautement adaptatif aux conditions environnementales. Au contraire, les plantes irriguées avec de l'eau de forage ont une croissance lente et un faible rendement.

Mots clé : intégration, pisciculture, agriculture, irrigation, la région de Bejaïa.

Abstract :

The aim of this study is to contribute to the realization of the project which is based on the integration of fish farming into agriculture in the Bejaïa region. It consists of evaluating the effect of irrigation with fish water on plant growth and crop yield, in order to minimize the use of chemical fertilizers. For carrying out our experiment we choose hot pepper (*Capsicum annuum*) and eggplant (*Solanum melongena*) as bodies. We planted the seeds in special pots for seedlings, divided into 03 sections: Section irrigated with borehole water, section irrigated with fish farm water, and the last section Irrigated with borehole water with the addition of chemical fertilizers. All water parameters were analyzed: hydrogen potential (pH), conductivity (CE), calcium (Ca^{2+}), sodium (Na^+), nitrate (NO_3^-), sulfate (SO_4^{2-}), magnesium (Mg^{2+}), potassium (K^+) and chloride (Cl^-). Analyzes of borehole water and fish farm water indicated that all the parameters studied are balanced, meaning that the waters are suitable for irrigation. In addition to water analyses, soil parameters were measured: hydrogen potential (pH), conductivity (EC), organic matter (OM). The three tests summarize that the plant is irrigated with borehole water and fertilizer has similar results to the plant irrigated with fish farm water. Furthermore, development is highly adaptive to environmental conditions. On the contrary, plants irrigated with borehole water have slow growth and low yield.

Key words : integration, fish farming, agriculture, irrigation, the Bejaïa region.

- Abbani ,S ; Benzid,K .(2021).** Contribution à l'étude de l'intégration de l'aquaculture à l'agriculture dans la région de Ouargla (Sud-d'Algérie).
- Abbani, S., & Benzid, K (2022).** Contribution à l'étude de l'intégration de l'aquaculture à l'agriculture dans la région de Ouargla (Sud-d'Algérie).
- Acharya, P., & Biswas, B. K. (1996).** Prospects of integration of aquaculture with animal husbandry and land crop culture in Tripura State. *Journal of the Indian Fisheries Association*, 26, 41-51.
- Adjanke, E. (2011).** Production d'alevin et gestion de ferme piscicole. Formation en pisciculture, Lomé. 01 p.
- Agrodok-15-Aldin Hil brands Assiah ven Eer ; Eira car ballo ;Ton van Schie.(2008).** Pisciculture à petite échelle en eau douce
- Aias Bouhallit Selma. (2023).** Intégration de l'aquaculture à l'agriculture: évaluation de la qualité physico chimique et bactériologique des eaux de grossissements de poissons utilisées en irrigation ...
- Ammar, M. O. H. A. M. E. D. I., & Mustapha, H. E. M. R. I. (2017).** Impact de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les peuplements faunistiques du sol et les rendements de deux légumineuses.
- Anne, P. (1945).** Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. *Ann. Agron.*, 2(1): 161-172.
- Anonyme (1980).** *Etude des inventaires des terres et forêts de l'Algérie du Nord de la wilaya de Bejaia*, rapport B.N.E.D.R., D.S.A., Bejaia.
- Anonyme (2018).** *Monographie de la wilaya de bejaia*, rapport DPSB, ANIREF., Bejaia.
- Antonia Leroy (2015).** Quelle efficacité environnementale de la certification pêche et aquaculture durable, AFD note technique, N3, France, P1.
- Arrignon, J. (1976).** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 3ème Edition, 340 p.
- Arrignon, J. (1998).** Aménagement piscicole des eaux douces. Lavoisier TEC & DOC.. 589 p
- AYERS R.S., WESTCOT D.W., (1988).** -La qualité de l'eau en agriculture. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage*, 29 Rév. 1, p165.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. (1985).** Water quality for agriculture. *FAO Irrigation and drainage paper.*, 29: 74 pp..
- Baize, D. (1988).** Guide des analyses courantes en pédologie. Choix R Expression Présentation - Interprétation. (Ed.). INRA Paris, 172pp.
- Bamba A. et Kienta M. (2000).** Intégration irrigation aquaculture: Étude de cas de Dagawomina. Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire (PSSA- Mali). Consultancy
- BARNABE.G, (1991).** Base biologique et écologique de l'aquaculture, paris, Lavoisier
- Bassuony, M.A.; Ali, M.E.; Abdel Hameed, A.H.; Jahin, H.S. (2014).** Evaluation of irrigation water quality in different regions of north east Delta-Egypt. *Int. J. Eng. Appl. Sci.*, 5 (1): 10-16.
- Belaud, A. (1996).** Oxygénation de l'eau en aquaculture intensive. Cépaduès éditions.
- Bemani, A., Alizadeh, M., Rahimian, M. H., and Nowrouzi, M. (2021).** Site selection for agri-aquaculture in the arid area using GIS techniques based on groundwater quality (Case study: Yazd-Ardakan plain, Iran). *Iranian Journal of Fisheries Sciences.*, 20(3): 710-730.

- Benblidia, M. (2011).** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude nationale, Algérie. CAR/PNUE/PAM, Plan Bleu, Sophia Antipolis, pp. 24.
- Benidiri , (2017)** .Effet du type d'aliment sur quelques paramètres de production de tilapia rouge dans la région de Biskra
- Berthet, B. (2008).** Les espèces sentinelles. Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques, 121-48.
- Billard R, (1995).** Les carpes biologie et élevage. Institut National de la recherche Agronomique. INRA, Paris, 376 p.
- Blair, N. (2010).** The impact of soil water content and water temperature on wet aggregate stability. What answer do you want?. In Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world, Brisbane, Australia, 1-6 August 2010. Symposium 2.1.2 the physics of soil pore structure dynamics. International Union of Soil Sciences (IUSS), c/o Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, pp. 106-109.
- Blancard D, (2009).** Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser Quae Edition, Paris
- Bouaroudj, S.; Menad, A.; Bounamous, A.; Ali-Khodja, H.; Gherib, A.; Weigel, D. E. and Chenchouni, H. (2019).** Assessment of water quality at the largest dam in Algeria (Beni Haroun Dam) and effects of irrigation on soil characteristics of agricultural lands. Chemosphere., 219: 76-88.
- Bouhekima, B.; Bechki, D.; Bouguettaia, H.; Boughali, S. and Meftah, M. T. (2008).** The underground brackish waters in South Algeria: potential and viable resources. In 13th IWRA World Water Congress, Montpellier, France, pp. 1-4.
- Brindha, K., and Kavitha, R. (2015).** Hydrochemical assessment of surface water and groundwater quality along Uyyakondan channel, south India. Environmental Earth Sciences., 73(9): 5383-5393.
- Bronick, C. J. and Lal, R. (2005).** Soil structure and management: a review. Geoderma., 124(1-2): 3-22.
- Brun, R., & Montarone, M. (1987).** pH du milieu et réaction de la plante, différences spécifiques et variétales. *Les Cultures hors Sol (Blanc D, ed) INRA, Paris*, 153-170.
- Camile k, (2006).** Salmonidés d'aquaculture : de la production à la consommation, ED.QUAE, P15.
- Carballo, E., van Eer, A., van Schie, T., & Hilbrands, A. (2008).** AD15F 2008 La pisciculture à petite échelle en eau douce. Agromisa Foundation 09 P.
- COFAD. (1999).** Communication personnelle (en cours de rédaction). Proposal for an African network on integrated irrigation and aquaculture. Compte-rendu d'un séminaire tenu à Accra au Ghana du 20 au 21 septembre.
- Corner, R.; Fersoy, H. and Crespi, V (eds). (2020).** Integrated agri-aquaculture in desert and arid Lands: Learning from case studies from Algeria, Egypt and Oman. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1195. Cairo, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8610en>.
- Cruz, E. D., Alouani, A. T., Rice, T. R., & Blair, W. D. (1992, August).** Sensor registration in multisensor systems. In Signal and Data Processing of Small Targets 1992 (Vol. 1698, pp. 382-393). International Society for Optics and Photonics.

- Dela, C. (1992).** Rice-fish research and development in Asia. ICLARM Conf. Proc. 24, 456 p. in Gupt, 1998. Integrating aquaculture with rice farming in Bangladesh: Feasibility and economic viability, its adoption and impact. ICLARM Tech. Rep., 55, pp. 90.
- Dostat et al, 1996.** Comparaison of nitrogen losses rates from Atlantic Salmon. Aquaculture, 141. 107-127 p. economic viability, its adoption and impact. ICLARM Tech. Rep. 55, 90 p.
- Elattir, H., Skiredj, A. and Elfadl, A. (2003).** Transfert de technologie en agriculture, Fiche technique 5: la tomate, l'aubergine, le poivron, le gombo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Ministère de l'Agriculture et du développement rural. FAO STAT, (2011) : Statistique agricole. et du développement Rural, Alger
- Etteieb, S.; Cherif, S. and Tarhouni, J. (2017).** Hydrochemical assessment of water quality for irrigation: a case study of the Medjerda River in Tunisia. Applied Water Science., 7(1): 469-480.
- F.A.O (1985).** L'irrigation avec des eaux traitées- manuel d'utilisation
- F.A.O. (2008).** In Belyachi .(2013)
- FAO STAT (2011).** Statistique agricole
- FAO. (2003).** Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides (version révisée): (Version adoptée lors de la cent vingt-troisième session du Conseil de la FAO en novembre 2002). Food & Agriculture Organisation.
- FAO. (2016).** Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO- Bilan 2008-FIAA/C1176.Fr.
- FAO. (2018)** .la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018
- FAO. (2020).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- FAO/ICLARM/IIRR, (2001).** Integrated agriculture – aquaculture : a primer. FAO Fisheries Technical Paper 407. Rome, FAO. 149p.
- FAO/PNUD, (1980) :** développement de l'aquaculture continentale en chine rapport du voyage d'étude (FAO/PNUD) organisé pour les pays africains francophones 22 avril- 20 mai 1980. FAO, document technique sur les pêche, N°215 FIRT/T 215(fr). Foundation, p. 104
- FAO2000a ; Prein et Ahmed .(2000).** Le rôle de l'aquaculture dans le développement rural- Matthias Halwart, Simon Funge-Smith, and John Moehl
- FAO-ARC-21** .Intégration de l'aquaculture et du développement rurale durables.
- Garadi, A. (2006).** La prospective des besoins en eau et anticipation de la demande. De la théorie à la modélisation. Application à l'Algérie. PhD, Pierre Mendès University, Grenoble, France.
- Giorgi, F. (2002).** Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part II: AOGCM simulations. Climate dynamics., 18(8): 693-708.
- Glaser, B.; Lehmann, J.; Steiner, C.; Nehls, T.; Yousaf, M. and Zech, W. (2002).** Potential of pyrolyzed organic matter in soil amelioration. In 12th ISCO Conference'. Beijing, pp. 421-427.
- Hamiche, A. M.; Stambouli, A. B. and Flazi, S. (2015).** A review on the water and energy sectors in Algeria: Current forecasts, scenario and sustainability issues. Renewable and Sustainable Energy Reviews., 41: 261-276.

- Hamidi & Sibachir M-S (2011); Karali & Echikh. (2004).** Aperçu sur l'aquaculture en Algérie –D Space.
- Henin, S. (1958).** Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.*, 9: 73-92.
- Hishamunda N ; Cai J ; Leung P. (2011).** Aquaculture commerciale et croissance économique, réduction de la pauvreté et sécurité alimentaire: cadre d'évaluation.
- Huber, D.; Bedding, T. R.; Stello, D.; Hekker, S.; Mathur, S.; Mosser, B. and Smith, J. C. (2011).** Testing scaling relations for solar-like oscillations from the main sequence to red giants using Kepler data. *The Astrophysical Journal.*, 743(2): 1-10.
- Hulseman, J. (1966).** An inventory of marine carbonate materials. *Journal of Sedimentary Petrology ASCE.*, 36 (2): 622 – 625
- in Gupt, (1998).** Integrating aquaculture with rice farming in Bangladesh: Feasibility and
- Jayalekshmi.V.G, pisciculture, (2013) :** [http : //www.slideshare.net](http://www.slideshare.net). la tomate : production, transformation et commercialisation, Publié par Agromisa
- Kettab, A.; Mitiche, R. and Bennaçar, N. (2008).** De l'eau pour un développement durable: enjeux et stratégies. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science.*, 21(2): 247-256.
- Koull, K.; Kherraze, M. H.; Lakhdari, K.; Benzaoui, T.; Helimi, S.; Laouissat, M. S.; and Benazzouz, M. T. (2013).** Eaux d'irrigation et salinisation des sols des perimetres irrigues dans la vallee de l'oued righ. *J Alg Rég Arid.*, 12: 97-102.
- Kundzewicz, Z. W.; Mata, L. J.; Arnell, N. W.; Doll, P.; Kabat, P.; Jimenez, B. and Shiklomanov, I. (2007).** Freshwater resources and their management.
- LABED, L. W. E., & BENTAMRA, Z. (2018).** Etude technique du palissage des cultures protégées: Cas de la tomate.
- Laborde, J. P. (1993).** Cartes pluviométrique de l'Algérie du Nord l'échelle du 1/500000, notice explicative. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, projet NUD/ALG/88/02.
- Langenberg, V. ; Bruning, B. ; Arjen D.V. ; Heijden A.V.D. and Beatriz D.L.L.G. (2021).** Water in agriculture in three Maghreb countries. Status of water resources and opportunities in Algeria, Morocco and Tunisia. Final report, 140pp.
- Lazard. (2005).** Contribution à l'étude de l'intégration de l'aquaculture à l'agriculture dans la région de Ouargla (Sud-d'Algérie)
- Le Bissonnais, Y. L. (1996).** Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of soil science.*, 47(4): 425-437.
- Legendre ,M ; Lévêque,C. (1999).** L'aquaculture
- Little D.C. et Muir J.F., (1987).** A guide to integrated warm water aquaculture. Stirling. Institute of Aquaculture Publications.
- Liu, S.; Hu, Z.; Wu, S.; Li, S. ; Li, Z. and Zou, J. (2016).** Methane and nitrous oxide emissions reduced following conversion of rice paddies to inland crab–fish aquaculture in Southeast China. *Environmental science & technology.*, 50(2): 633-642.
- Lu, J. and Li, X. (2006).** Review of rice–fish-farming systems in China. One of the globally important ingenious agricultural heritage systems (GIAHS). *Aquaculture.*, 260(1-4): 106-113.
- MADR. (2010).** Statistiques Agricoles, Superficies et produits. Ministère de l'agriculture
- MADRP. (2016).** Contribution à l'étude de l'intégration de l'aquaculture dans la région de Ouragla (sud.d'algerie)

- Mariscal-Lagarda, M. M. ; Páez-Osuna, F. ; Esquer-Méndez, J. L. ; Guerrero-Monroy, I. ; Del Vivar, A. R., and Félix-Gastelum, R. (2012).** Integrated culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with low salinity groundwater: management and production. *Aquaculture.*, 366: 76-84.
- Mashhady, A. S. and Rowell, D. L. (1978).** Soil alkalinity. I. Equilibria and alkalinity development. *Journal of soil science.*, 29(1): 65-75.
- Mathieu, C.; Pieltain, F. and Jeanroy, E. (2003).** Analyse chimique des sols: Méthodes choisies. Tec & doc.
- Meddi, M. (1992).** Hydro-pluviométrie et transport solide dans le bassin versant de l'Oued Mina, Ph.D Thesis, University of Strasbourg, France, pp. 346.
- Meddi, M. (2013).** Sediment transport and rainfall erosivity evolution in twelve basins in Central and Western Algeria. *Journal of Urban and Environmental Engineering.*, 7(2): 253-263.
- Meddi, M.; Toumi, S. and Assani, A. (2016).** Spatial and temporal variability of the rainfall erosivity factor in Northern Algeria. *Arabian Journal of Geosciences.*, 9(4): 1-13. <http://dx.doi:10.1007/s12517-015-2303-8>.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005).** Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC., 137.
- Miller, J. (2010).** Le potentiel de développement de l'aquaculture et son intégration avec l'irrigation dans le contexte du Programme spécial de la FAO pour la sécurité alimentaire dans le Sahel. *Intégration de l'Irrigation et de l'Aquaculture en Afrique de l'Ouest: Concepts, Pratiques et Perspectives d'Avenir*, pp. 65-79.
- Ministère de la Pêche et de Ressource Halieutique (MPRH). (2019).** Algeria.
- Ministère du commerce de la république populaire de chine (2017).**
- Mohammed, T. and Al-Amin, A. Q. (2018).** Climate change and water resources in Algeria: vulnerability, impact and adaptation strategy. *Economic and Environmental Studies.*, 18(1): 411-429.
- Morissens, P. (1979).** Un premier test d'élevage de porcs associé à la pisciculture de *Tilapia nilotica* à la station de Bouaké (Côte d'Ivoire). *Notes et Documents de la Pêche et Pisciculture*, (NS 19), 27-50.
- MPRH (2009).** ministère de la pêche et de ressource halieutique
- MPRH (2013).** Vue générale du secteur aquacole national, Rome :
- MTCTHG. (2009).** Magazine Trimestriel du Centre Technique Horticole de Gembloux R N°27.juin 2009.
- Müller, G. and Gatsner, M. (1971).** The 'Karbonat-Bombe', a simple device for the determination of carbonate content in sediment, soils, and other materials. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Monatshefte.*, 10: 466-469.
- Mustapha, A.B.A. and El Bakali, M. (2020).** The benefits of the integration of aquaculture and irrigation for an efficient use of blue water in order to strengthen food safety in Morocco. *Journal of Agriculture and Veterinary Science.*, 13(12) 1-9. N°27.juin 2009
- Naika S, Jeude J.V, Goffau M, Hilmi M, Van dam B, Florijn A, (2005).** La culture de Plan National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) N° 100. 04

- New, M.; Todd, M.; Hulme, M. and Jones, P. (2001).** Precipitation measurements and trends in the twentieth century. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society.*, 21(15): 1889-1922.
- Pullin et Shehadeh, (1980).** Integrated agriculture-aquaculture farming systems. .ICLARM Conf., Proc. 4, 258 p. Proceedings of the the ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Systems Manila, Philippines. 6-9 August 1979. ICLARM, Manila, Philippines and SEARCA, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Quirk, J. P. and Schofield, R. K. (1955).** The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Journal of Soil science.*, 6(2): 163-178.
- Rana, L.; Dhankhar, R. and Chhikara, S. (2010).** Soil characteristics affected by long term application of sewage wastewater. *Int. J. Environ. Res.*, 4 (3): 513-518.
- Rehm, G. (2008).** Calcium and Magnesium: The Secondary Cousins. *Article, University of Minnesota. pp*, 1-7. Report. Rome, FAO.
- Richards, L. A. (1954).** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *LWW.*, 78(2), pp.154.
- Rodier, J. (1996).** L'analyse de l'Eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, Eaux de Mer. Dunod, Paris, France.
- Roland, B. (2005).** Introduction à l'aquaculture, paris ; Tec & Doc, P ; XIV.
- Rouibah ,O ; Kisserli,OE .(2023).** Contribution à l'étude de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture: amélioration de la qualité des rendements de la tomate.
- Sahnoune, F.; Belhamel, M.; Zelmat, M. and Kerbachi, R. (2013).** Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. *Energy Procedia.*, 36 : 1286-1294.
- Scherer H. W. (2001).** Sulphur in crop production - invited paper. *Eur J Agron.*, 14: 81-111. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00082-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00082-4)
- Senouvo P., Ouedanou, E.K., (1996).** Diagnostic dans les Zones de pêche et de pisciculture du
- Shammi, M.; Karmakar, B.; Rahman, M.; Islam, M.S.; Rahaman, R. and Uddin, K. (2016).** Assessment of salinity hazard of irrigation water quality in monsoon season of Batiaghata Upazila, Khulna District, Bangladesh and adaptation strategies. *Pollution.*, 2(2): 183-197.
- Siraja Teacher et Fouzia A.R, (2013).** Différentes étapes de la pisciculture
- Solomon, S. (2007).** Climate change the physical science basis. In *Agu fall meeting abstracts*, pp. U43D-01.
- Souad, Z. (2018).** Les ressources en eaux dans la plaine du moyen Cheliff. *Bulletin de la Société de Géographie d'Egypte.*, 91(1), 89-99.
- Suarez, D. L.; Rhoades, J. D.; Lavado, R. and Grieve, C. M. (1984).** Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. *Soil Science Society of America Journal.*, 48(1): 50-55. Sud-Bénin : systèmes de production, contraintes majeurs et perspectives de R-D. Rapport synthèse – Volet Pêche et Pisciculture/R-D Sud/RAMR/INRAB ; déc.1996 : 21 p.
- Sumner, M. E.; Fey, M. V. and Noble, A. D. (1991).** Nutrient status and toxicity problems in acid soils. In *Soil acidity* Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 149-182.
- Szabolcs, I. (1989).** Salt-Affected Soils. Boca Raton, FL: CRC Press.

- Taibi, S.; Meddi, M.; Mahé, G. and Assani, A. (2015).** Relationships between atmospheric circulation indices and rainfall in Northern Algeria and comparison of observed and RCMgenerated rainfall. *Theoretical and Applied Climatology.*, 127(1-2): 241-257. <http://dx.doi:10.1007/s00704-015-1626-4>.
- Tiessen, H.; Cuevas, E. and Chacon, P. (1994).** The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. *Nature.*, 371(6500): 783-785.
- Water, U. N. (2012).** Status report on the application of integrated approaches to water resources management. United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenya.
- White, P. J. and Broadley M. R. (2001).** Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of Botany.*, 88: 967–988.
- Xu, G. and Magen H. (2000).** Tarchitzky J, Kafkafi U. Advances in chloride nutrition of plants. *Advances in Agronomy.*, 68: 97–150.
- Zech, W.; Senesi, N.; Guggenberger, G.; Kaiser, K.; Lehmann, J.; Miano, T. M. and Schroth, G. (1997).** Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. *Geoderma.*, 79(1-4): 117-161.
- Zouakh, D. E.; Ferhane, D. and Bounouni, A. (2016).** Intégration de la Pisciculture a l’Agriculture en Algérie: cas de la Wilaya de Ouargla. (Integration of Fish Farming to Agriculture in Algeria: case of Ouargla). *Revue des Bioressources.*, 257(5757): 1-17.