

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الجبلاي بو نعامة بالخميس-مليانة
Université Djilali Bounâama de Khemis Miliana

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département des Sciences Biologiques



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Hydrobiologie Marine et continentale
Spécialité : Hydrobiologie appliquée

**DIAGNOSE HYDROTHERMIQUE ET HYDRO-OXYGENIQUE
DE LA
FERME PISCICOLE DE AIN-SOLTANE (W. AIN-DEFLA)**

Soutenu publiquement le : 07/11/2020

- **Melle MEDANISaliha**
- **Melle BENSMAILI Hanane**

Devant le Jury :

M. ZEGHDOUDI E. Président..... (UDBKM)
Mme LAAMA C.....Examinatrice.....(UDBKM)
M. DJEZZAR M.....Promoteur(UDBKM)

Année universitaire 2019– 2020

مختصر

مزرعة عين السلطان السمكية (FPAS) هي مزرعة حديثة لا تسجل في الوقت الحاضر أي إنتاج سمكي لحسابها. تواجه هذه المزرعة مشاكل تشغيلية مرتبطة بعدم إتقان تقنيات التسيير ونقص الكادر الفني. لقد مكنتنا الموازين الحرارية والأكسجين المنفذة والمحدودة في يوم واحد بسبب الحصر في كوفيد 19 من ملاحظة أن تصميم أحواض التربية لا يتوافق مع قواعد الإنتاج، وتجديد المياه بطيء جدًا مقارنة بالقواعد الصحية الموصى بها لاستزراع الأسماك. تظهر موازين الحرارة والأكسجين تقلبات حرارية لا تزيد عن 18 درجة مئوية ونقص الأكسجة وفرط التأكسج الذي يضر بالأنواع المنتجة *Oreochromis niloticus* بناءً على البيانات التي جمعناها، يمكننا القول أن عمل FPAS غير كافٍ لإنتاج سمكي يمكن التحكم فيه. المراقبة الدائمة مطلوبة من أجل التمكن من تطوير بروتوكول إدارة يتكيف مع هذه المزرعة.

الكلمات المفتاحية: مزرعة سمكية ، إنتاج سمكي ، درجة حرارة الماء ، أكسجين،

Résumé

La ferme piscicole de Ain-Soltane (FPAS) est une ferme récente qui ne comptabilise aucune production piscicole à son actif. A l'heure actuelle cette ferme fait face à des problèmes de fonctionnement liés à la non maîtrise des techniques de gestion et au manque de technicité du personnel. Les bilans thermiques et oxygéniques effectués et limité en une seule journée en raison du confinement au covid 19 nous ont permis de constater que la conception des bassins d'élevage n'est pas conforme au règles de production, le renouvellement des eaux est trop lent en défaveur des règles sanitaires préconisées pour les productions piscicoles. Les bilans thermique et oxygénique montrent des fluctuations thermiques qui ne dépassent pas les 18°C, des hypoxies et des hyperoxies qui sont en défaveur de l'espèce produite *Oreochromis niloticus*. Sur la base des données que nous avons recueillie, nous pouvons dire que le fonctionnement de la FPAS est inadéquat pour une production piscicole maitrisable. Un suivi permanent s'impose pour pouvoir élaborer un protocole de gestion adapté à cette ferme.

Mots clés : Ferme piscicole, production piscicole, température, oxygène dissous,

Abstract

The Ain-Soltane fish farm (FPAS) is a recent farm which does not record any fish production to its credit. At present, this farm is facing operational problems linked to the lack of mastery of management techniques and the lack of technical staff. The thermal and oxygen balances carried out and limited in a single day due to the confinement to covid 19 have enabled us to observe that the design of the breeding ponds does not comply with the production rules, the water renewal is too slow in against the health rules recommended for fish farming. The thermal and oxygen balances show thermal fluctuations which do not exceed 18 ° C, hypoxia and hyperoxia which are to the detriment of the produced species *Oreochromis niloticus*. Based on the data we have collected, we can say that the functioning of the FPAS is inadequate for a controllable fish production. Permanent monitoring is required in order to be able to develop a management protocol adapted to this farm.

Key words: Fish farm, fish production, temperature, dissolved oxygen,

Remerciements

Nos vifs remerciements et nos plus profondes gratitude s'adressent à notre encadrant Monsieur **Miliani DJEZZAR**, professeur a l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana pour avoir proposé et diriger ce travail, et qui a su enrichir nos idées avec ces incessantes orientations jusqu'à son aboutissement final. Qu'il trouve ici notre sincère reconnaissance Malgré les circonstances exceptionnelles que nous avons vécues cette année en raison de la pandémie au Covid19.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail, Monsieur **ZEGHDOUDI E.**, en sa qualité de président et Mme **LAAMA C.** en sa qualité d'examinatrice qu'ils trouvent ici notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants de la faculté.

Nos sincères remerciements vont à toute l'équipe de la ferme piscicole de Ain-Soltan pour leur accueil et leur disponibilité.

A nos collègues de la promotion avec qui nous avons travaillé et en mémoire à notre ami, collègue dans notre promotion qui nous a quitté à la fleur de l'âge, **TOUHARI youcef**, Allah yarhmou et que Dieu l'accueillera en son vaste paradis.

Liste des Figures

Figure 1.1. – La production aquacole mondiale et les principales espèces d'eau douce en 2010 (FAO, 2013).

Figure 1.2. – Schéma *Oreochromis niloticus*

Figure 1.3. - *Clarias gariepinus*

Figure 2.1. – Infrastructure piscicole de Ain-Soltane. (a) : Vue d'ensemble de la ferme constituée par une écloserie et des bassins ; (b) : Bassins circulaires pour l'élevage ; (c) : Bassins pour l'écloserie

Figure 3.1. – Variations de la température des eaux qui alimentent l'écloserie. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

Figure 3.2. – Variabilité de la température des eaux de l'écloserie. Ts: Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf: Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

Figure 3.3. – Variabilité de la température des eaux de surface, du fond et du forage de la ferme piscicole de Ain-Soltan. TFP : Température des eaux à la sortie du forage ; TFB : Température des eaux de forage à l'entrée dans les bassins de l'élevage 1 ; Tf : Température des eaux au fond des bassins piscicoles ; Ts : Température des eaux à la surface des bassins piscicoles.

Figure 3.4. – Evolution de la température de l'eau des bassins de l'élevage 1 et des eaux de forage. T°surface : Température à la surface des bassins ; T°fond : Température au fond des bassins ; T°BForage : Température des eaux de forage à l'entrée des bassins d'élevage ; TPForage : Température de l'eau à la sortie du forage

Figure 3.5. – Variabilité de l'oxygène dissous (a) et de la saturation en oxygène (b) des eaux de surface, du fond et du forage de la ferme piscicole de Ain-Soltan. EO2t1 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO2t2 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO2 : Relevés de l'oxygène dissous dans les bassins de l'élevage1 ; EO2%t1 : Saturation en oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO2%t2 : Saturation en oxygène au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO2 % : Saturation en oxygène dans les bassins de l'élevage1.

Figure 3.6. – Variations de l'oxygène dissous (a) et de la saturation en oxygène (b) des eaux de la FPAS. E1 à E11 : Bassins de l'écloserie ; t1 : Temps t1 du relevé (9h30) ; t2 : Temps t2 du relevé (13h30) ; B1 à B11 : Bassins de l'élevage1

Tableau 1.1. - Caractéristiques d'un étang adapté à la pisciculture

Tableau 3.1. – Volumétrie des bassins piscicoles

Tableau 3.2. – Relevés moyens de la température des eaux de l'écloserie et du forage. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

Tableau 3.3. - Comparaison paire par paire entre les températures des eaux de l'écloserie et du forage, relevées à 9h30 et à 13h30, selon la méthode de Dunn. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

Tableau 3.4. – Relevés moyens de la température des eaux dans les bassins d'élevage et du forage. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; TFB : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins.

Tableau 3.5. – Comparaison paire par paire entre les températures des eaux de surface du fond des bassins piscicoles et du forage selon la méthode de Dunn. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; TFB : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins.

Tableau 3.6. – Relevés moyens de l'oxygène dissous et de la saturation en oxygène des eaux de l'écloserie et de l'élevage 1. EO₂t₁ : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t₁ (9h30) ; EO₂t₂ : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t₂ (13h30) ; BO₂ : Relevés de l'oxygène dissous dans les bassins de l'élevage 1 ; EO₂%t₁ : Saturation en oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t₁ (9h30) ; EO₂%t₂ : Saturation en oxygène au niveau de l'écloserie au temps t₂ (13h30) ; BO₂ % : Saturation en oxygène dans les bassins de l'élevage 1.

Table des matières

Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1
Chapitre I. - Synthèse bibliographique	3
1.1. – Production piscicole mondiale	3
1.2. - Historique de la pisciculture en Algérie	4
1.3. - Méthodes de pisciculture.....	7
1.4 - Les techniques d'élevage utilisées dans l'aquaculture continent.....	6
1.5. - Entretien et suivi	9
1.6. - Planification d'une exploitation piscicole	9
1.7. - Pisciculture d'eau douce	10
1.8.- Production aquacole et pêche continentale.....	11
1.9.- Espèces cultivées dans les fermes aquacoles continentale.....	12
1.9.1. –tilapia.....	13
1.9.1.1. -systématique.....	13
1.9.1.1.2. - Ecologie	14
1.2. – Poisson chat Africain (<i>Clarias gariepinus</i>)	15
Les caractéristiques qui font de <i>C. gariepinus</i> soit indiqué pour la pisciculture intensive sont multiples :.....	16
1.10.1. - Systématique.....	16
1.10.2. - Habitat et exigences écologiques.....	16
Chapitre II. - Matériel et méthodes.....	17
2.1. - Présentation du site d'étude et période expérimentale.....	17
2.2. – Diagnose hydrobiologique.....	17
2.2.1. – Hydrologie	17
2.2.2. - Analyses physico-chimiques.....	19
2.2.3. – Prélèvement du zooplancton	19
2.3. – Analyse des données	19
Chapitre III. – Résultats et discussions	20
3.2. – Composante hydraulique	20
a. – Débit - forage.....	21
b. – Volumétrie des bassins piscicoles	21
3.3. – Diagnose hydrobiologique.....	22

TABLE DES MATIERES

3.3.1. – Température.....	22
a. - Ecloserie	22
b.- Pisciculture	24
3.3.2. – Oxygène dissous et saturation en oxygène.....	25
Conclusion	31
Références bibliographiquescorrigées et rajoutés par l’encadrant.....	33

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie, au cours de ces dernières années, la mise en place de fermes aquacoles d'eau douce est en augmentation. Cependant, les productions restent aléatoires et non maîtrisables pour des raisons liées au manque de technicité, à la qualité des équipements et des produits biologiques ainsi qu'à la problématique de l'absence de protocole de gestion spécifique à chaque ferme.

C'est dans ce contexte, qu'une convention entre la ferme piscicole de Ain-Soltane (FPAS), l'Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana (UDBKM) et la direction de la pêche et des ressources halieutiques de la wilaya de Ain-Defla (DPRH) a été mis en place pour prendre en charge les problématiques citées. Dans ce sens, une étude a été proposé pour mettre en place un protocole de gestion piscicole spécifique à ce FPAS. Pour les raisons liées au confinement imposé pour lutter contre le Covid19, cette étude s'est vue contraindre à une seule journée de mesures. De là on s'est limité à la diagnose hydro-thermique et hydro-oxygénique pour identifier les contraintes de fonctionnement liées à ces deux paramètres considérés comme les plus importants dans les élevages piscicoles (Secondat 1952).

Ce document est constitué en trois chapitres. Dans le premier, les généralités sont abordées. Le deuxième chapitre est consacré au matériel et méthodes. Enfin dans le troisième chapitre, les résultats sont traités et discutés.

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. - Synthèse bibliographique

Dans ce chapitre sont abordés l'historique de la pisciculture dans le monde et en Algérie, la pisciculture d'eau douce, la production de quelques espèces les plus élevées dans les fermes piscicoles continentales.

1.1. – Production piscicole mondiale

L'aquaculture continentale concerne toutes les activités d'élevage ou de culture d'organismes aquatiques dans les eaux continentales. Les poissons, les amphibiens, les annélides, les mollusques, les algues et les crustacés sont les principales espèces qui font l'objet de production pour satisfaire les besoins du marché.

L'aquaculture représentait 46 pour cent de la production totale et 52 pour cent du volume destiné à la consommation humaine. La Chine est restée un important producteur de poisson, puisqu'elle était responsable de 35 pour cent de la production mondiale en 2018 (figure 1).

Les prises mondiales opérées dans les eaux continentales représentaient 12,5 pour cent de la production totale des pêches de capture. Leur importance varie également fortement parmi les principaux producteurs, puisqu'elles comptent pour moins de 1 pour cent des captures totales pour les États-Unis d'Amérique, le Japon et le Pérou, contre 44 pour cent et 65 pour cent pour le Myanmar et le Bangladesh, respectivement.

Les prises en eaux continentales sont plus concentrées que les prises marines, tant géographiquement que par pays. Seize pays ont produit plus de 80 pour cent des captures continentales, l'Asie représentant les deux tiers de la production mondiale depuis le milieu des années 2000. Les prises continentales sont également importantes pour la sécurité alimentaire en Afrique, le continent étant responsable de 25 pour cent des prises continentales mondiales, alors que les captures combinées de l'Europe et des Amériques représentent 9 pour cent.

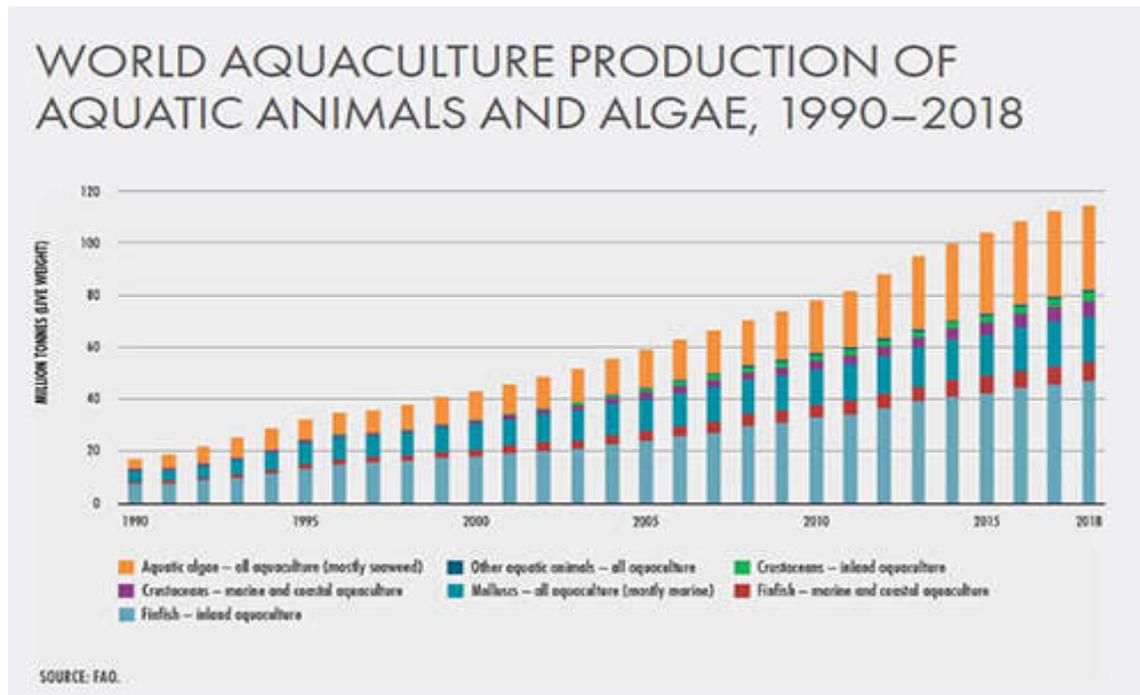


Figure 1.1 - La production aquatique mondiale de 1990 a 2018 (Fao 2020)

1.2.- Historique de la pisciculture en Algérie

Le développement de la pisciculture est passé par plusieurs étapes.

- La première activité piscicole officielle a eu lieu en 1921 : Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail pour le développement de la pisciculture (l'élevage des poissons d'eau douce) (Seridi, 2011).
- Les premières expérimentations en pisciculture sont réalisées et organisées en 1937 : empoissonnement en truites arc en ciel au niveau du barrage de Ghrib puis Zeddine (wilaya d'Ain Defla) (Chalabi, 2003).
- En 1947 la station de Mazafran est créée en vue de développer la pisciculture continentale et la recherche en hydrobiologie (Seridi, 2011).

- L'expérimentation sur la pisciculture continentale a été lancée dès la fin des années 60 avec le concours d'équipes chinoises qui ont séjourné plusieurs années à la station hydrobiologique du Mazafran (Chalabi, 2003).
- En 1976- 1978, un programme de coopération avec la Chine est lancé et concernait d'une part l'initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage de la carpe pour le repeuplement et d'autre part la construction de bassins en terre pour l'élevage destiné au repeuplement des barrages Ghrib et Hamiz.
- En 1978 la station du Mazafran est reprise par l'I D P E (Institut de Développement des Petits Elevages) pour le grossissement des alevins produits dans le cadre de la coopération Sino Algérienne (Seridi, 2011).
- En 1985-1986 un vaste plan d'introduction d'espèces piscicoles est mis en place. Des alevins de carpe importés de Hongrie ont été introduits dans plus de 14 sites préalablement sélectionnés sur la base d'une étude in situ. Dans un barrage du sud, le poisson chat a été introduit. Enfin, des géniteurs de sandre et de brochet ont été placés en stabulation au niveau de la station hydrobiologique du Mazafran pour des expériences de reproduction contrôlée (Chalabi, 2003).
- En 1987, une étude pour l'installation de cages flottantes ayant pour but l'élevage super intensif de carpe royale et de truite Arc en Ciel a été réalisée par le CERP au niveau du barrage Ghrib dans la wilaya d'Ain Defla (Seridi, 2011).
- En Avril 1988 : une étude de réalisation d'une ferme aquacole à proximité du barrage Harreza dans la wilaya d'Ain Defla est lancée (Seridi, 2011).
- En 1989, l'implantation d'une éclosierie de type mobile est réalisée à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves), une autre éclosierie de carpes à double capacité que la première a été implantée à Mazafran (Karali and Echikh, 2005).
- En 1991, dans le cadre de repeuplement, 6 millions d'alevins de carpes ont été lâchés dans les plans d'eau des barrages Baraka, Gargar, Meurdjet-El amel, Benaouda, Oubeira (Karali and Echikh, 2005).
- En 2001, la première campagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus ample de sites aquatiques à travers le territoire national sont lancées (côtière, intérieure, Saharienne) (Karali and Echikh Echikh, 2005).
- en 2007- 2009, des opérations de reproduction et d'empeisonnement de 500 000 alevins de tilapia et mulot ont été effectués par le CNRDPA (Seridi, 2011).

- de 2010 à maintenant, plusieurs opérations sont réalisées dans le cadre du plan de la relance économique et du plan aquapêche qui vise à augmenter le ratio en matière de consommation de poisson par habitant.

a- Concernant les filières de l'aquaculture et de la pêche continentales en algérie :

et tenant compte des potentialités existantes en termes d'assiettes de terrain et des ressources hydriques, les filières aquacoles à encourager durant ce programme sont notamment la pisciculture en cages flottantes au niveau des barrages et retenues collinaires, la pisciculture d'eau douce en étangs, la crevetticulture et la pêche continentale au niveau des plans d'eau. Le nombre de projets privés envisagé est de 175, pour une production visée de 20.000 tonnes, permettant la création de plus de 2.000 emplois directs, pour un coût d'investissements de près de 29 milliards DA. (Noor, 2019)

par ailleurs, il est prévu la réalisation d'opérations d'investissement public, pour un montant global de 5.2 Miliards DA, afin d'accompagner le développement des filières d'aquaculture, notamment par :

- La délimitation, la viabilisation et l'aménagement de 23 zones d'activité aquacoles (ZAA).
- La réalisation d'une étude complémentaire pour l'identification de nouvelles zones d'activité aquacole (ZAA).
- La réalisation de 07 centres de pêches et d'aquaculture continentale.
- La réalisation d'une étude d'identification et d'exploitation des gisements de zines de moulières.
- La réalisation et l'équipement d'une unité de culture d'algues (Noor, 2019).

1.3.-Méthodes de pisciculture

La pisciculture se pratique à différentes échelles, allant d'un étang derrière la maison à des fins d'autoconsommation aux entreprises industrielles à grande échelle. Les systèmes de pisciculture peuvent se définir en termes de niveaux d'intrants (Carballo, 2008)

-En **pisciculture extensive**, les apports d'intrants économiques et de main-d'œuvre sont généralement faibles. La production naturelle des aliments joue un rôle très important, et la productivité du système est relativement basse. Un apport d'engrais peut accroître la fertilité et par conséquent la production de poissons.

-En **pisciculture semi-intensive**, les apports d'intrants sont moyens, et la production de poissons est augmentée en utilisant des engrais et / ou des aliments supplémentaires. Cela implique davantage de frais de main-d'œuvre et d'alimentation, mais normalement ces derniers sont largement compensés par l'accroissement des rendements.

-En **pisciculture intensive**, les apports d'intrants sont importants, et les étangs contiennent un maximum de poissons. On utilise des aliments supplémentaires, et la production naturelle d'aliments joue un rôle secondaire. Dans ce système, des problèmes complexes de gestion peuvent se présenter, liés à la forte densité du stock de poissons dans les étangs (accroissement de la vulnérabilité aux maladies et carence d'oxygène dissous). Comme les frais de production sont élevés, il est nécessaire de vendre les poissons à haut prix pour que l'exploitation soit rentable

1.4. -Les techniques d'élevage utilisées dans l'aquaculture continentale :

a-La culture en étang

La majorité des poissons d'eau douce sont cultivés en étang. L'alimentation en eau est alors assurée par la canalisation de l'eau provenant d'un lac, d'une baie, d'un puits ou d'une autre source naturelle. L'eau peut passer une fois dans l'étang pour être évacuée ensuite, ou rester partiellement dans l'étang pour qu'un certain pourcentage de la quantité totale d'eau dans le

système soit retenu et remis en circulation (Carballo, 2008). Les principales caractéristiques d'un étang piscicole sont présentées dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1. - Caractéristiques d'un étang adapté à la pisciculture

Situation	Choisissez un terrain en pente douce et aménagez les étangs de manière à tirer avantage du relief.
Construction	On peut creuser les étangs dans le sol ou les construire en partie dans le sol et en partie au-dessus du niveau du sol. Pendant la construction, il faudra bien tasser la terre des talus et du fond, pour éviter l'érosion et l'infiltration. La terre devra contenir au minimum 25% d'argile. Il faudra éliminer toutes les pierres, l'herbe, les branches et les autres objets indésirables pour former les digues.
Profondeur d'un étang	La profondeur doit être de 0,5 à 1,0 m sur le côté peu profond et aller jusqu'à 1,5 ou 2,0 m sur le côté du point de vidange.
Configuration	Pour les étangs, la forme idéale est rectangulaire ou carrée.
Talus latéraux	Construisez des étangs avec des talus ayant une pente de 2:1 ou de 3:1 sur tous les côtés.
Vidange	La vidange ne devra pas durer plus de 3 jours
Volume d'eau total	La quantité d'eau disponible doit être suffisante pour remplir tous les étangs en quelques semaines et pour maintenir le niveau de l'eau tout au long de la saison de croissance.
Digues	Les digues devront avoir une largeur suffisante pour permettre de couper la végétation. Les chemins sur les digues doivent être faits de gravillons. Il faut planter de l'herbe sur toutes les digues.
Orientation	Situez les étangs avec soin afin de tirer profit du vent pour faire circuler l'eau en profondeur. Dans les zones où le vent provoque une érosion intensive des digues par les vagues, aménagez les longs côtés de l'étang perpendiculaires au vent dominant. Si nécessaire, aménagez des brise-vent de haies ou d'arbres.

(Carballo, 2008)

1.5. - Entretien et suivi

Afin d'obtenir une production élevée de poissons dans l'étang, il est essentiel d'assurer un entretien et un suivi réguliers. La gestion quotidienne inclut :

- Le contrôle de la qualité de l'eau (oxygène, couleur, transparence, pH, température, etc.)
- Le contrôle de l'étang pour dépister les fuites d'eau éventuelles ? Le nettoyage des filtres de la prise d'eau et de la sortie d'eau ? L'observation des poissons pendant que ces derniers se nourrissent : - mangent-ils normalement ? Sont-ils actifs ? Dans le cas contraire, surtout s'ils viennent prendre de l'air à la surface, le taux d'oxygène dissous est trop faible. Arrêtez les apports d'aliments et de fertilisants et faites circuler l'eau dans l'étang jusqu'au moment où les poissons reprennent leur comportement normal. Observez s'il y a des symptômes qui pourraient indiquer la présence d'une maladie
 - La surveillance contre les prédateurs, guetter les empreintes et prendre des précautions si nécessaires
 - L'élimination des algues indésirables qui poussent dans l'étang. La qualité de l'eau est un facteur crucial pour le grossissement des poissons et pour leur santé.

1.6. - Planification d'une exploitation piscicole

Le terrain, l'eau et les conditions climatiques sont probablement les principaux facteurs naturels qu'il faut examiner lorsque vous envisagez d'exploiter un site pour la pisciculture, vous devriez considérer les effets que cela pourrait avoir sur l'environnement (Carballo, 2008).

Un futur pisciculteur devra donc considérer un certain nombre de facteurs très importants avant de s'aventurer dans la pisciculture. Par exemple :

- **Obtenir des informations** :Ceux qui se lancent dans la pisciculture peuvent souvent faire appel à de l'assistance pour mettre sur pied leur exploitation piscicole. Les services de vulgarisation donnent des appuis-conseils techniques. Dans certains cas, on propose même des aides financières.

-**Les finances** :Le calcul des frais à envisager devra inclure le prix du terrain ainsi que les dépenses en capital pour le stock de poissons, la construction de l'étang, la main d'œuvre, la production et la récolte.

-**Le site** :Le sol doit pouvoir retenir l'eau. L'eau doit être disponible en bonne qualité et en quantité suffisante, à un prix raisonnable. Le site doit se trouver à proximité du foyer et il faut faire une estimation des pertes potentielles de braconnage. La propriété du terrain doit être réglée et les licences requises doivent être connues et obtenues auprès des autorités nationales ou fédérales. Le site et les routes d'accès doivent être praticables et ne pas être sujets aux inondations.

-**Le stock de poissons** :Il vous faudra décider si vous voulez élever vous-même votre stock de poissons ou si vous voulez l'acheter auprès d'autrui. Si vous choisissez cette dernière solution, vous aurez besoin d'une source fiable de stocks de poissons de bonne qualité. Si vous optez pour l'élevage, il vous faudra un espace approprié pour l'entretien des stocks de géniteurs et la production de jeunes poissons.

-**La production** :Les aliments disponibles correspondent-ils aux préférences alimentaires de l'espèce de poisson sélectionnée ?

- **La récolte** :Suffisamment de personnes devront être disponibles pour récolter les poissons. Déterminez quelle est la méthode de récolte la plus économique. Vous aurez peut-être besoin d'installations pour stocker le poisson récolte.

-**La consommation** :Les poissons sont-ils destinés à l'autoconsommation ou à la vente ? (Carballo, 2008).

1.7. - Pisciculture d'eau douce

- Deux projets en pisciculture intégrée d'eau douce en zones rurales ont été réalisés :
- PROJET LAAMARA, exploitation piscicole rurale pour une production de 15 Tonnes par an (W. Bordj Bou Arreridj).
- Projet Righi, exploitation piscicole rurale pour une production de 25 Tonnes par an (W. Sétif).

- Quatre projets de pisciculture d'eau douce en zone saharienne sont en production :

-SARL Fat STEPPES, ferme d'élevage de Tilapia à Ain Skhoua (W. Saida) de 450 Tonnes /an.

- PROJET SERHANE, ferme d'élevage de Tilapia en étangs de 450 Tonnes /an (W. Ghardaïa).

- PROJET MOULAY, ferme d'élevage de Tilapia et Silure en bassins, production de 1000 Tonnes avec écloserie, une unité de transformation de poisson et fabrique d'aliments pour poisson (W. de Ouargla).

- PROJET ZITOUNI ABDELKADER, ferme d'élevage de poissons d'eau douce en bassins d'une capacité de 500 tonnes /an (W.Ouargla) (carte aquacole en annexe).

1.8.- Production aquacole et pêche continentale

La stratégie que le secteur de la pêche se propose d'adopter s'inscrit dans le cadre du programme complémentaire de soutien à la croissance économique PCSC (2005-2009), mais aussi dans la mise à niveau de l'administration du secteur et de ses activités productives

Malgré les différentes opérations de peuplement et de repeuplement que l'Algérie a effectué durant les années 1985, 1986, 1991, 2001 et 2006 au niveau de plusieurs plans d'eau naturels et artificiels, la production n'a connu de croissance que durant ces trois dernières années avec un pic en 2008 de 3000 tonnes. La plus faible production a été enregistrée en 2004 avec 105,89 tonnes (MPRH- 2009).

En termes de production, la pêche continentale représente la plus importante filière aquacole, et qui constitue, par ailleurs, le plus important acquis en matière d'expérience aquacole datant de 1937.

En 2008, la pêche continentale représente 85% de la production aquacole totale.

Pratiquement tous ces produits sont vendus sur le marché local, à l'exception d'une seule espèce, l'Anguille. Cette dernière est exportée vers l'Italie et l'Espagne.

C'est l'activité la plus dominante au plan national, caractérisée par l'exploitation des espèces de carpes chinoises « espèces allochtones

La production aquacole pour 2008 a atteint 3000 Tonnes, ce qui représente 2,1% de la production halieutique (140 000 tonnes). Elle est dominée par la pêche continentale.

Il est clair qu'à partir de l'année 2007 on a assisté à une croissance des productions issues des fermes d'élevage aquacole. Cette augmentation reflète la stratégie de développement déployée par le secteur, notamment le SDDAPA.

L'Algérie reste le seul pays méditerranéen dont la production aquacole est liée à la pisciculture de repeuplement et qui s'est toujours trouvée tributaire des opérations d'importation.

Le Ministère de la Pêche a déployé des efforts considérables pour la reconstitution des stocks pêchables au niveau des barrages et permettre ainsi la création de beaucoup de postes d'emplois, des revenus stables pour les populations rurales dont l'objectif principale c'est de mettre à la disposition du consommateur des protéines autre que les viandes rouges et blanches mais surtout de moindre coût.

Selon le SDDAPA Horizon 2025, il préconise que tous ces efforts doivent être accompagnés par (SDDAPA, 2006) :

- * un suivi de la dynamique des populations de poissons au niveau des barrages permettant une exploitation judicieuse de la ressource et du milieu ;
- * des évaluations régulières des biomasses et des stocks exploitables ;
- * la détermination des engins de pêche les mieux adaptés dans les barrages ;
- * la pérennisation de l'activité de pêche continentale à travers des investissements adéquats.

1.9.1.-Espèces d'intérêt aquacole :

- **Tilapia** :Le Tilapia de Nil *Oreochromis niloticus* présente un grand potentiel pour l'aquaculture avec une production mondiale estimée à environ 1 100 000 tonnes (FAO, 2002).

En Algérie, l'élevage de Tilapia est une activité nouvelle ; l'introduction de cette espèce est très récente (mai 2001) (MPRH, CNDPA, 2002).

En effet, selon les dernières statistiques de la production mondiale des poissons d'eau douce (FAO, 2005), les tilapias occupent le troisième rang après les Cyprinidés et les Salmonidés, avec une production passant de 1,25 Millions de tonnes en 2002 à 2,37 Millions de tonnes en 2005, dont 87,6 % de la production totale est représentée par l'espèce *Oreochromis niloticus*.

a – Systématique

Cette espèce appartient (fig. 1.2) à : [Embranchement] : Vertébrés ; [Classe]: Ostéichthyens ; [Super Ordre] : Téléostéens ; [Ordre] : Perciformes ; [Famille] : Cichlidae ; [Genre et espèce] : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).

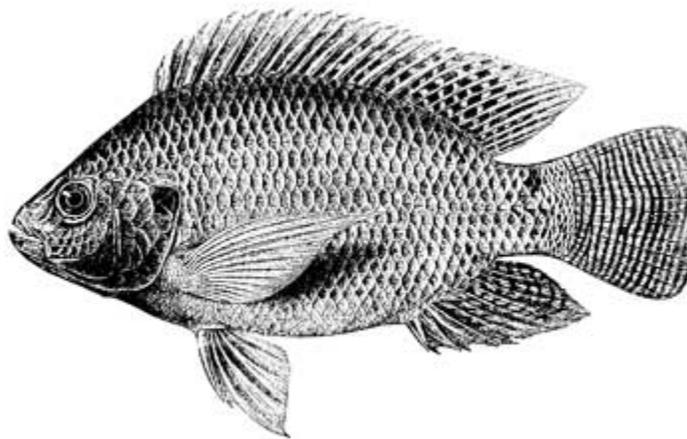


Figure 1.2. – Schéma *Oreochromis niloticus* (source Fao)

b- Morphologie

Le tilapia *Oreochromis niloticus* se reconnaît aisément par :

- Une tête portant une narine de chaque côté ;
- Un corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écailles cycloïdes et parfois d'écailles cténoïdes ;
- La nageoire dorsale comprend 17-18 rayons épineux suivis de 12-14 rayons mous ;
- La nageoire anale est formée de 3 rayons épineux précédés de 09-10 rayons mous ;

- Les nageoires pelviennes portent un rayon dur suivi de 05 rayons mous ;
- La ligne latérale, sur les deux flancs du poisson, est interrompue en comptant 18 à 19 écailles, puis décroche vers le bas une seconde ligne d'une douzaine d'écailles ;
- Un nombre élevé de branchiospines fines et longues (18 à 28 sur la partie inférieure et 04 à 07 sur la partie supérieure du premier arc branchial) ;
- Trois à quatre séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus dépassant les 20 cm LS (Longueur Standard).

Oreochromis niloticus est facilement reconnaissable grâce aux bandes verticales régulières noires sur la nageoire caudale. La coloration générale est gris argentée avec des bandes grises plus foncé qui zèbrent l'animal.

Les macules (taches) blanches entre les rayons des nageoires impaires, ainsi qu'une coloration générale grise avec des flancs rosâtres, voir rouge sont des signes caractéristiques chez l'adulte (Arrignon, 2000).

c- Ecologie

- **Croissance** : En général, *O. niloticus* est connu pour sa croissance rapide (Pullin & Lowe-McConnell, 1982) Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. Une autre grande caractéristique d'*O. niloticus* concerne son dimorphisme sexuel de croissance. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (1 à 3 ans selon le sexe et le milieu), les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure.

- **Température** : *O. niloticus*, espèce thermophile, se rencontre en milieu naturel entre 13.5° et 33°C mais l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large : 7 à 41°C pendant plusieurs heures (Balarin & Hatton, 1979). Quant à la température optimale de reproduction elle se situe entre 26 et 28°C, le minimum requis étant 22°C.

- **Oxygène dissous** : Les tilapias sont capables de survivre dans des conditions où la concentration en oxygène dissous est très basse. En effet, ils arrivent même à résister à des teneurs inférieures à 0,5 mg/l, niveau considéré inférieur au seuil limite toléré pour la plupart des espèces à intérêt aquacoles (Rappaport et al. 1976). Toutefois, une teneur minimale de 2 à 3 mg/l

est recommandée en élevage, au-dessous de laquelle une dépression du taux métabolique et de croissance peut affecter la production.

- **Salinité** : Bien que *O. niloticus* soit une espèce d'eau douce, son euryhalinité est bien connue car, on le rencontre dans les eaux de salinité comprise entre 0,015 et 30 ‰. Toutefois, au-delà de 20 ‰, l'espèce subit un stress important qui la rend sensible aux maladies, réduisant sa compétitivité par rapport à d'autres espèces. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰ (Beveridge & McAndrew, 2000).

- **Potentiel d'hydrogène (pH)** : De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. L'idéal étant situé entre 6,5 et 8,5. Lorsque le pH atteint 2 à 3, un comportement de stress physiologique apparaît avec une nage rapide, une accélération des mouvements operculaires, une remontée en surface pour avaler l'air, une incapacité de contrôler la position du corps et enfin la mort du poisson (Beveridge & McAndrew, 2000).

- **Régime alimentaire** : C'est un poisson omnivore, il consomme pratiquement tout ce qu'il peut trouver, il peut manger des algues, des insectes, des crustacés, des poissons, il n'est vraiment pas difficile (Filleul, 2003). Cette espèce est essentiellement phytoplancton -phage en milieu naturel, mais en milieu artificiel elle est pratiquement omnivore (euryphage) valorisant divers déchets agricoles.

1.9.2. - Poisson-chat Africain (*Clarias gariepinus*)

Parmi les 32 espèces du genre *clarias* représentées en Afrique, *Clarias gariepinus*(Burchell, 1822)(fig. 1.3) revêt une grande importance commerciale en pêche et aquaculture tant sur le continent africain que le reste du monde. Son expansion est due à ses attributs zootechniques qui incluent une vitesse de croissance plus rapide, une résistance aux maladies et une possibilité de stockage à densité élevée (Wieczaszek et al., 2010).



Figure 1.3. - *Clarias gariepinus*

Les caractéristiques qui font de *C. gariepinus* soit indiqué pour la pisciculture intensive sont multiples :

- Ses géniteurs produisent de grandes quantités d'œufs et de sperme toute l'année
- Il accepte une grande variété d'aliments artificiels bon marché
- Il supporte des densités élevées en conditions d'élevage
- Il tolère de mauvaises conditions environnementales (Hecht, Oellermann et Verheust 1996)
- Sa chair est très appréciée par une grande frange de la population africaine, donc sa commercialisation facile (Pruszynski, 2003 ; Ahotondji 2012)
- Leur capacité à survivre hors de l'eau pendant de longues périodes en font des poissons de choix pour l'aquaculture dans les pays tropicaux (Pillay, 1990).

1.10.1. - Systématique

Le poisson chat appartient à : [Embranchement]: Chordata ; [Sous embranchement]: Vertbrata ; [Super classe]: Osteichthyes ; [Classe]: Actinopterygii ; [Ordre]: Siluriforme ; [Famille]: Clariidae ; [Genre] : Clarias ; [Espèces] : *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

1.10.2.-Habitat et exigences écologiques

Pour l'habitat et l'écologie de *C. gariepinus*, Anusuya et al. (2017) signalent qu'une bonne qualité de l'eau est nécessaire pour la survie et la croissance de cette espèce. En effet, l'eau joue donc un rôle important dans la santé des poissons et sa détérioration est un facteur de stress (Arulampalam et al., 1998). Certains facteurs liés à la qualité de l'eau sont plus susceptibles d'être impliqués dans les pertes de poissons tels que l'oxygène dissous, la température et

l'ammoniac. D'autres, tels que le pH, l'alcalinité, la dureté et la clarté affectent les poissons mais ne sont généralement pas directement toxiques.

- **pH**: La valeur optimale de pH pour cette espèce est de 7 (Viveen et al., 1985). D'autres auteurs ont signalé des pH variables, entre 6 et 8,5 (Institut des Standards Indien [ISI], 1974) ou 6,5 et 9,0 selon Hopher et Pruginin (1981). En définitive, *C. gariepinus* survit et se développe mieux dans des eaux dont le pH est compris entre 6 et 9. Si le pH est en dehors de cette plage, la croissance du poisson est réduite. Des valeurs inférieures à 4,5 ou supérieures à 10 entraînent des mortalités.

- **Température** : *C. gariepinus* a une tolérance à des températures variant de 8 à 35°C, bien que Teugels (1986) signale 28 à 30°C comme optimale pour sa croissance. La mortalité peut tout de même survenir à des températures extrêmes.

- **Oxygène dissous** : La volatilité de l'oxygène augmente au fur et à mesure que la température diminue. Le niveau minimal d'oxygène dissous (OD) que le poisson peut tolérer en toute sécurité dépend de la température ; *Clarias gariepinus* s'adapte bien aux conditions environnementales extrêmes et peut résister à de faibles taux d'oxygène dissous de l'ordre de 6,5 à 8,0 (Huisman et Richter, 1987 ; Fagbenro et Sydenham, 1988). Toutefois, Viveen et al. (1985) rapportent une valeur en oxygène dissous qui est $\geq 3\text{mg.l}$; oxygène dissous $\geq 3,5\text{ mg/l}$ (Neill et Bryan, 1991 ; Daniel, Larry, et Joseph, 2005).

- **Ammoniac** : La plupart des poissons et des invertébrés d'eau douce excrètent de l'ammoniac en tant que principal déchet azoté. Les poissons continuellement exposés à plus de 0,02 ppm de la forme non ionisée peuvent présenter une croissance réduite et une susceptibilité accrue aux maladies.

- **Régime alimentaire et besoins nutritionnels de *C. gariepinus*** : En milieu naturel, *Clarias gariepinus* est omnivore. Il consomme des insectes, des crabes, du plancton, des poissons, des cadavres, des plantes et des fruits (Fermon, 2011). C'est donc une espèce euryphage (Bruton, 1979) et opportuniste (Clay, 1979). En élevage, le régime alimentaire de *C. gariepinus* est composé de nauplii d'*Artemia* (vivants ou congelés), d'aliments artificiels de fermes fabriqués à base de sous-produits agricoles, ou d'aliments commerciaux.

CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODES

Chapitre II. - Matériel et méthodes

Dans ce chapitre ; le site d'étude et le protocole d'analyses physico-chimiques sont faits.

2.1. - Présentation du site d'étude

La ferme piscicole étudiée se situe au niveau de la commune de Ain-Soltan a 50km du chef-lieu de la wilaya de Ain-Defla (fig. 4).

Cette ferme d'eau douce est créée en 2019 pour l'alevinage et le grossissement des poissons destinés à la consommation. Les espèces cultivées sont : le tilapia rouge, le tilapia du Nile, le poisson chat africain, le sandre ; les carpes royale, argentée et commune.

Les composantes de cette ferme sont (figure 2.1) :

- Une écloserie (fig. 2.1a), dotée de 12 bassins rectangulaires en dur ayant chacun un volume de 9.1m³ et de 3 bassins rectangulaire de 2 m³ chacun.
- Une structure d'élevage (fig. 2.1b et 2.1c), constituée de 10 bassins circulaires en géomembrane de 200 m³, de 6 bassins de 4.9 m³, d'un bassin de 2 m³ et de 3 raceways de 1.8 m³.
- L'approvisionnement de cette ferme en eau se fait à partir de l'eau de forage.

2.2. – Diagnose hydrobiologique

La diagnose hydrobiologique est faite par l'analyse des données obtenues par les mesures de paramètres physico-chimiques et biologiques.

Il est important de noter qu'en raison du confinement imposé suite à la pandémie au covid19, on s'est limité uniquement aux mesures des paramètres physico-chimiques effectuées in situ.

2.2.1. – Hydrologie

Les mesures hydrologiques concernent le débit qui alimente les bassins d'élevage et l'écloserie. Il a été mesuré par un récipient gradué. Les débits mesurés permettent l'évaluation des besoins en eau de la ferme piscicole.



(a)



(b)



(c)

Figure 2.1. – Infrastructure piscicole de Ain-Soltane. (a) : Vue d'ensemble de la ferme constituée par une éclosérie et des bassins ; (b) : Bassins circulaires pour l'élevage ; (c) : Bassins pour l'éclosérie

2.2.2. - Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques sont mesurés in-situ grâce à un multi paramètre de type WTW. Les mesures concernent uniquement la température, l'oxygène dissous et la saturation en oxygène.

Comme déjà mentionné, les restrictions imposées par le confinement en raison du Covid19 ont fait que nous nous limitons à deux relevés effectués en une seule journée. Une, le matin l'autre l'après-midi.

2.2.3. – Prélèvement du zooplancton

Les prélèvements zooplanctoniques ont été faits grâce à un filet à plancton ayant un vide de maille de 20 μ m. Ces prélèvements ont été réalisés dans tous les bassins de la ferme piscicole de Ain-Soltan. Ces prélèvements zooplanctoniques ont été abandonnés suite à la fermeture de l'université en raison du confinement imposé pour sécuriser la population vis-à-vis du Cov19.

2.3. – Analyse des données

Sur la base des observations et des relevés effectués la diagnose hydrobiologique de cette ferme piscicole est effectuée. Des représentations sous forme de graphiques et des comparaisons de séries de données entre les bassins sont effectuées. Pour le calcul et le traitement des données deux logiciels sont utilisés : Excel 2016 et R

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III. – Résultats et discussions

Les résultats et discussions concernent les composantes piscicole et hydraulique ainsi que la diagnose hydrobiologique

3.1. – Composante piscicole

La composante piscicole est constituée par une écloserie et des bassins d'élevages qui permettent une production piscicole type, tributaire des moyens disponibles. Sur le plan typologie, ces moyens restent restreints car ils n'offrent pas une souplesse dans les manipulations piscicoles telles que l'autonomie, le transvasement et transfert des larves préconisés dans les techniques de nurseries (Genere et al. 1997; Bhikajee 1998). Cependant, selon les observations faites sur place le site offre des possibilités d'extension et de rajout de modules complémentaires tels que : une batterie d'incubateurs (Zoug, Mc Donalds, Jarres et entonnoirs), une centrale de dégazage et de régulation de pression nécessaire pour l'équilibre physiologique des œufs, larves, alevins et adultes ainsi que pour la réussite et le contrôle des élevages. Hormis les éléments cités, il est important de noter que la profondeur des bassins en géomembrane destinés à recevoir des larves, des alevins et des adultes pour la production piscicole, ne répond pas aux critères piscico-techniques indiquées qui permettent aux individus d'être repartis en hauteur selon les gaz dissous, la présence et la vitesse d'élimination des déchets métaboliques et la qualité des eaux. Les profondeurs submersibles des bassins sont de 1,1m pour les bassins de l'écloserie et de 1,3m pour les bassins en geomembrane. Hormis les contraintes citées, cette profondeur pose le problème de la transparence, de la turbidité et de la déperdition des teneurs en oxygène dissous par voie d'oxydation des éléments en suspension dans l'eau et ceux déposés au fond ; ce qui implique une perturbation du métabolisme de l'eau et une réduction de sa capacité biogénique qui se répercute forcément sur la qualité de la production.

3.2. – Composante hydraulique

La composante hydraulique est exprimée analytiquement par le débit fourni par le forage, la volumétrie de l'infrastructure piscicole.

a. – Débit - forage

Le forage fournit un débit, de l'ordre de 120 l/mn, considéré comme suffisant pour alimenter la ferme piscicole et permettre son fonctionnement. Cependant, ce débit est à prendre avec précaution en raison des besoins qui peuvent varier en fonction d'autres facteurs hydrobiologiques d'où la nécessité d'un plan de gestion spécifique.

b. – Volumétrie des bassins piscicoles

La volumétrie est calculée sous l'hypothèse que le débit principal est repartie pareillement pour tous les bassins de la ferme piscicoles (Tableau3.1). Qu'il s'agit de bassins d'élevages ou d'écloserie, le débit qui les alimentent est donc considéré de 4,28 (l/mn). Sur cette base nous constatons que le TR le plus long est celui des bassins d'élevage1 (34,39 j) alors que le TR le plus court et celui des bassins de l'écloserie (0,32 j).

Tableau 3.1. – Volumétrie des bassins piscicoles

Structure/Bassins	Capacité VB (m ³)	Débit DB (l/mn)	TR (Jours)
Ecloserie	02,00	4,28	00,32
Elevage1	212,00	4,28	34,39
Elevage2	04,90	4,28	00,79

Sur le plan piscicole, ce débit s'avère à la limite du seuil acceptable puisqu'il est connu qu'un débit de 5 à 7 l/mn sont nécessaire pour une activité biologique optimale du tilapia *O. niloticus* et d'autant que la profond des bassins de la ferme de Ain Soltane sont très réduits et ne dépassent pas les 1,2m (Dhraief et al. 2010). Sur le plan volumétrique, il apparait que le temps de renouvellement (TR) des eaux dans les bassins d'élevage1 est très long de l'ordre de 34,39 jours par rapport aux bassins de l'écloserie et de l'élevage2. Ce TR dans les bassins d'élevages1 qui est considéré comme lent favoriserait une mortalité des poissons par les substances toxiques qui pourraient être engendrées par la prévisible putréfaction des dépôts d'aliments et d'excréments dans les fonds des bassins et dont le cumul est favorisé par le manque d'hydrodynamisme lié à l'absence d'évacuateur d'eau de fond. Il est connu que ce genre de situation induirait une altération de la qualité des eaux qui engendrerait directement ou indirectement des mortalités des poissons (Festy et al. 2003; Coulibaly et al. 2019).

3.3. – Diagnose hydrobiologique

Dans ce travail, la diagnose s'est limité uniquement à 2 paramètres important à savoir température et oxygène.

3.3.1. – Température

a. - Ecloserie

Au niveau de l'écloserie la température est influencée par les conditions climatiques qui changent au cours de la journée. Une différence significative est observée entre les relevés effectués à 9h30 et ceux de 13h30 (test de Kruskal, $p < 0,00001$). Au cours de la matinée ces températures varient entre 16°C et 18,7°C alors que l'après-midi elles varient entre 18,5°C et 20,3°C (Tableau 3.2 ; Figure 3.1). Le test post hoc indique que les températures matinales sont plus basses que celles de l'après-midi (Tableau 3.3).

Tableau 3.2. – Relevés moyens de la température des eaux de l'écloserie et du forage. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

T (°C)	Ts1	Tf1	TF1	TFP1	Ts2	Tf2	TF2	TFP2
Min	16	16	16	17,36	18,7	18,7	18,5	19,23
Max	18,6	18,6	18,7	17,37	20,3	20,3	20,2	19,24
Moyenne	17,24	17,18	17,37	17,369	19,463	19,463	19,24	19,239
Ecart-types	0,21	0,23	0,22	0,001	0,17	0,17	0,19	0,001

Tableau 3.3. - Comparaison paire par paire entre les températures des eaux de l'écloserie et du forage, relevées à 9h30 et à 13h30, selon la méthode de Dunn. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

T°C	Ts1	Tf1	TF1	TFP1	Ts2	Tf2	TF2	TFP2
Ts1	-	0,9808	0,606	0,7761	1,342E-05	1,285E-05	0,0001906	0,0002533
Tf1	0,9808	-	0,6229	0,7946	1,498E-05	1,434E-05	0,0002097	0,0002782
TF1	0,606	0,6229	-	0,817	0,0001244	0,0001196	0,001303	0,001672
TFP1	0,7761	0,7946	0,817	-	4,729E-05	4,537E-05	0,0005673	0,0007396
Ts2	1,342E-05	1,498E-05	0,0001244	4,729E-05	-	0,9923	0,534	0,4876
Tf2	1,285E-05	1,434E-05	0,0001196	4,537E-05	0,9923	-	0,5277	0,4815
TF2	0,0001906	0,0002097	0,001303	0,0005673	0,534	0,5277	-	0,9424
TFP2	0,0002533	0,0002782	0,001672	0,0007396	0,4876	0,4815	0,9424	-

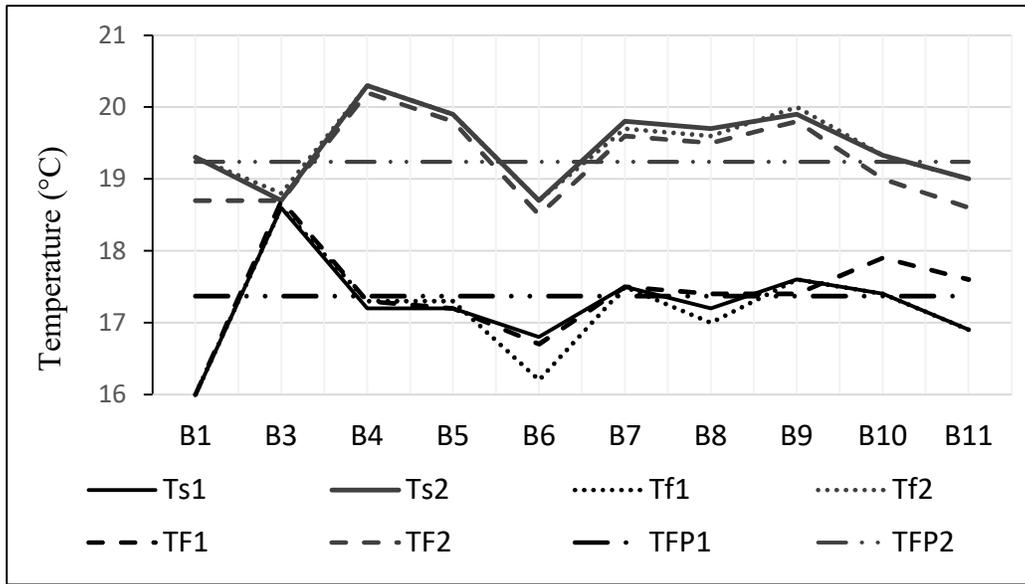


Figure 3.1. – Variations de la température des eaux qui alimentent l'écloserie. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

A travers les figures 3.1 et 3.2, des variations intenses dans certains bassins par rapport à d'autres ont retenues notre attention ce qui explique la variabilité spatio-temporelle de la température des eaux de l'écloserie. Cependant, la température de ces derniers reste influencée dans le temps et dans l'espace ; ceci est constaté par les variations hydrothermiques observées entre la matinée et l'après-midi, entre la sortie du forage et à l'entrée des bassins. Ces variations de la température sont connues pour leur effet perturbant sur la biologie des espèces et ont un impact négatif sur la production piscicole (Timmermans 1962). Hormis les valeurs de températures relevés qui vont de 16°C à 20,3°C et qui sont considérées comme à la limite acceptable pour ce Cichlidés *O. niloticus*, car sa reproduction n'est possible qu'au-delà de 20°C (Beamish 1970; El-Sayed and Kawanna 2008), les variations de température enregistrées peuvent avoir une action directe en affectant plusieurs processus biologiques notamment, la prise alimentaire, l'activité locomotrice, le métabolisme, la croissance et la survie des poissons (Abucay and Mair 2004; Azaza and Kraïem 2007; Azaza et al. 2008).

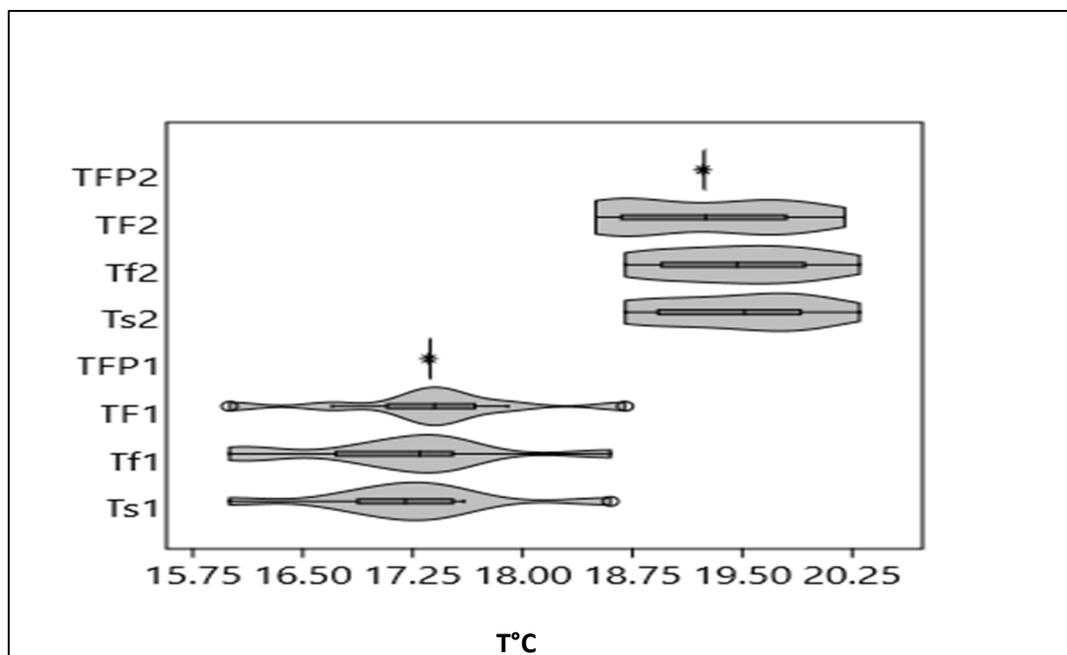


Figure 3.2. – Variabilité de la température des eaux de l'écloserie. Ts: Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf: Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; Tf: Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins ; (1) : l'heure de mesure (9h30) ; (2) : l'heure de mesure (13h30).

b.- Pisciculture

Les relevés de température de l'Élevage1 varient de 13,7°C à 18,5 dans les bassins d'élevage en geomembrane (Ts et Tf) et de 18,3 à 11,6 à la sortie du forage jusqu'à ces derniers (TFP et TFB) (Tableau 3.4). Une différence hautement significative est observée entre les températures des eaux TFP, TFB, Tf et Ts (test de Kruskal, $p < 0,00001$, Tableau, 3.5).

Tableau 3.4. – Relevés moyens de la température des eaux dans les bassins d'élevage et du forage. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; TFB : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins.

T°C	Ts	Tf	TFB	TFP
Min	14,1	13,7	11,6	18,3
Max	18,5	16,5	15,6	18,3
Moyenne	15,44	14,95	14,19	18,3
Ecart-type	0,365	0,29	0,37	1,12E-15

Tableau 3.5. – Comparaison paire par paire entre les températures des eaux de surface du fond des bassins piscicoles et du forage selon la méthode de Dunn. Ts : Relevés de température de l'eau à la surface des bassins ; Tf : Relevés de température de l'eau au fond des bassins ; TFP : Relevés de température de l'eau à la sortie du forage ; TFB : Relevés de température des eaux en provenance du forage et à l'entrée des bassins.

T°C	Ts	Tf	TFB	TFP
Ts	-	0,3978	0,07455	0,003387
Tf	0,3978	-	0,3484	0,0001595
TFB	0,07455	0,3484	-	2,436E-06
TFP	0,003387	0,0001595	2,436E-06	

Ces variations de la température et son évolution d'un point à un autre (Figure 3.3 et 3.4) indiquent que l'eau est influencée par les conditions climatiques et l'absence d'isolation des conduites qui alimentent les bassins qui sont à leur tours installés à l'air libre. Il est connu que parmi les facteurs physico-chimiques qui conditionnent la vie dans les milieux aquatiques, il n'en est pas de plus importants que la température et l'oxygène dissous. Des variations de températures influencent les teneurs en oxygène dissous et l'activité biologique des organismes qui s'y trouvent et conditionnent l'activité métabolique des poissons. La température de l'eau accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 fois pour une augmentation de 10 unités (°C). D'une manière générale, une élévation de température jusqu'à un niveau optimal accélère la croissance des poissons alors qu'une baisse de celle-ci provoque l'effet inverse. Il est connu dans les régions subtropicales africaines, un arrêt de croissance est observé pendant l'hiver dans les élevages d'*O. niloticus* alors que la reprise de croissance n'intervient que lorsque la température augmente (Secondat 1952; Bruton and Allanson 1974; De Villers et al. 2005; Caudron 2008; Halwart and Gupta 2010; Omasaki et al. 2013; Lwamba et al. 2015). De là, il apparaît qu'une déperdition de chaleur est observée entre l'eau à la sortie du forage et à l'entrée des bassins de l'élevage1 qui nuit à la production piscicole de la FPAS.

3.3.2. – Oxygène dissous et saturation en oxygène

Au niveau de l'écloserie, les moyennes des teneurs en oxygène dissous varient temporellement de $3,55 \pm 0,83$ mg/l à $6,26 \pm 0,30$ mg/l avec des saturations en oxygène respectives qui vont de $39,12 \pm 7,96\%$ à $70,89 \pm 1,78\%$ (Tableau 3.6 et figure 3.5). Pour ce qui est des bassins de l'élevage1, ces teneurs en oxygène dissous varient de 0,94 mg/l à 12,50 mg/l avec des saturations respectives qui vont de 5,62% à 123,49% (Tableau 3.6 et figure 3.5).

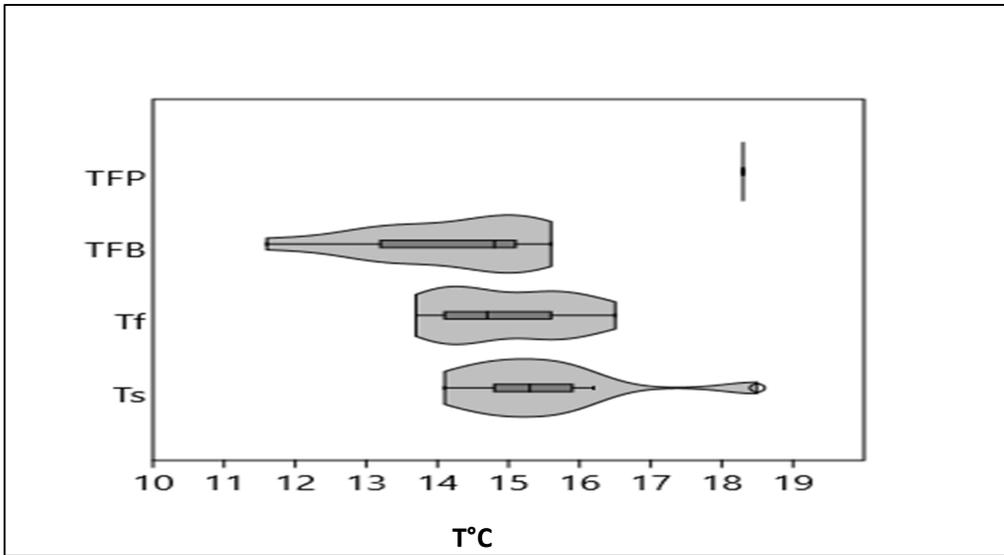


Figure 3.3. – Variabilité de la température des eaux de surface, du fond et du forage de la ferme piscicole de Ain-Soltan. TFP : Température des eaux à la sortie du forage ; TFB : Température des eaux de forage à l’entrée dans les bassins de l’élevage 1 ; Tf : Température des eaux au fond des bassins piscicoles ; Ts : Température des eaux à la surface des bassins piscicoles.

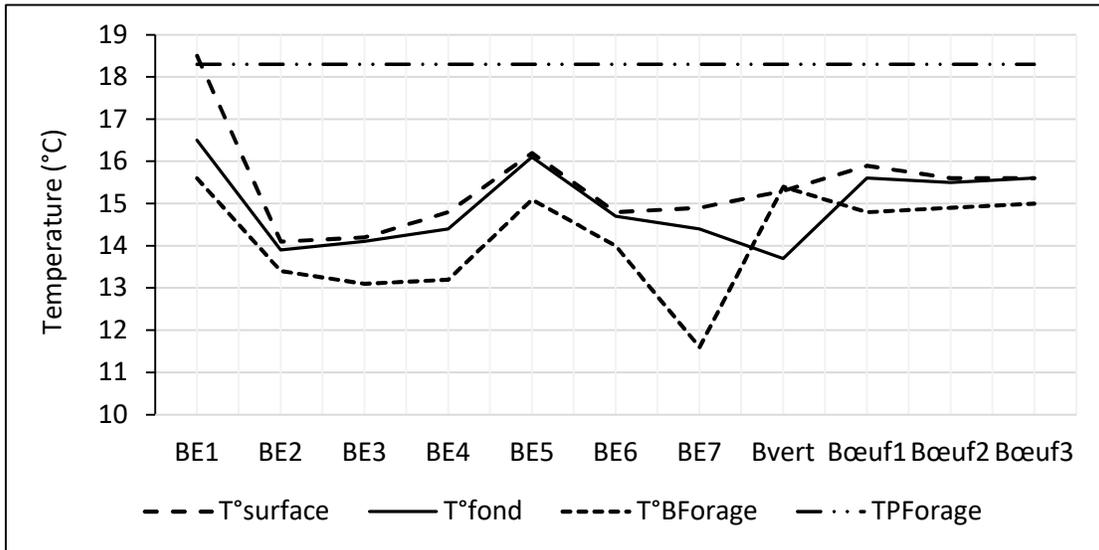


Figure 3.4. – Evolution de la température de l’eau des bassins de l’élevage 1 et des eaux de forage. T°surface : Température à la surface des bassins ; T°fond : Température au fond des bassins ; T°BForage : Température des eaux de forage à l’entrée des bassins d’élevage ; TPForage : Température de l’eau à la sortie du forage

Des différences significatives sont observées entre les deux relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie (test WMW, $p=0,02$) ainsi qu'entre celles des bassins de l'élevage1 (test de WMW, $p=0,001$).

Tableau 3.6. – Relevés moyens de l'oxygène dissous et de la saturation en oxygène des eaux de l'écloserie et de l'élevage 1. EO₂t1 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO₂t2 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO₂ : Relevés de l'oxygène dissous dans les bassins de l'élevage1 ; EO₂%t1 : Saturation en oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO₂%t2 : Saturation en oxygène au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO₂ % : Saturation en oxygène dans les bassins de l'élevage1.

O ₂ (mg/l)/O ₂ %	EO ₂ t1	EO ₂ t2	BO ₂	EO ₂ %t1	EO ₂ %t2	BO ₂ %
Min	0,36	4,09	0,94	3,50	62,90	5,62
Max	7,31	7,19	12,50	77,30	77,40	123,49
Moyenne	3,55	6,26	5,29	39,12	70,89	58,52
Ecart-types	0,83	0,30	1,31	7,96	1,78	12,41

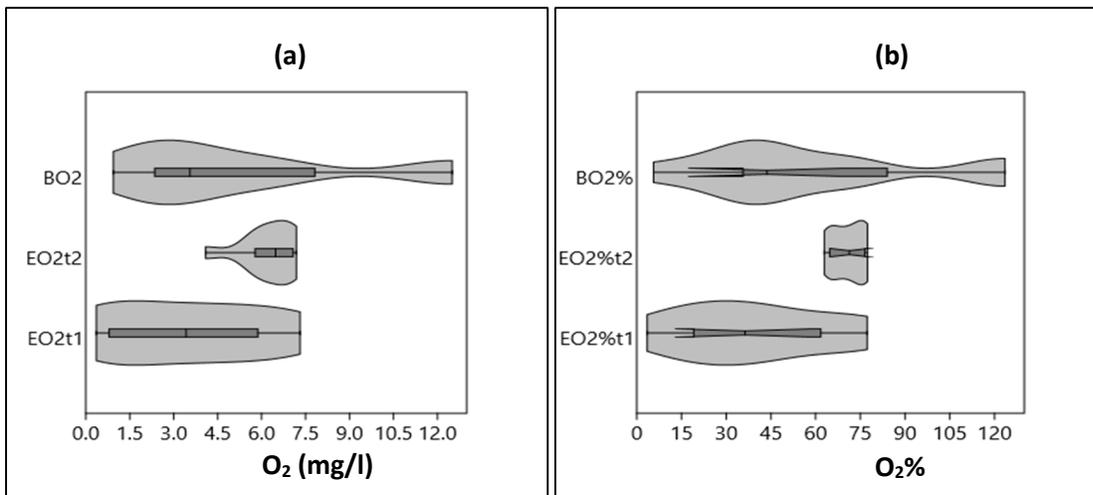


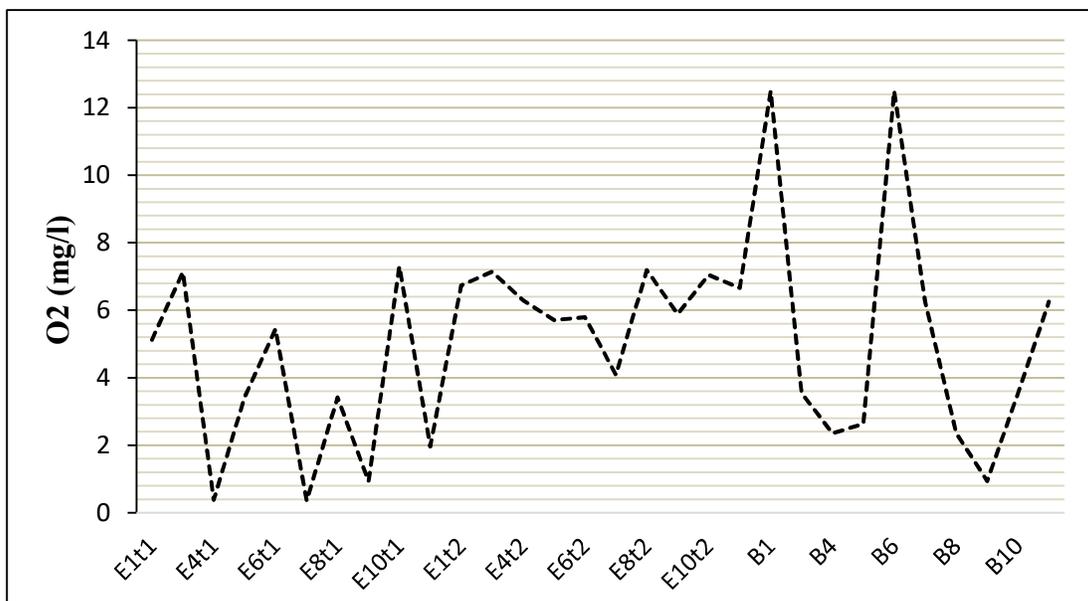
Figure 3.5. – Variabilité de l'oxygène dissous (a) et de la saturation en oxygène (b) des eaux de surface, du fond et du forage de la ferme piscicole de Ain-Soltan. EO₂t1 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO₂t2 : Relevés de l'oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO₂ : Relevés de l'oxygène dissous dans les bassins de l'élevage1 ; EO₂%t1 : Saturation en oxygène dissous au niveau de l'écloserie au temps t1 (9h30) ; EO₂%t2 : Saturation en oxygène au niveau de l'écloserie au temps t2 (13h30) ; BO₂ % : Saturation en oxygène dans les bassins de l'élevage1.

D'un point de vue oxygénique, pour le tilapia *O. niloticus*, des teneurs minimales de 3 à 5 mg/l sont recommandées en élevage et au-dessous desquelles une dépression du taux métabolique et de croissance peut affecter la production (Suresh, 2003). De là nous pouvons dire que les teneurs

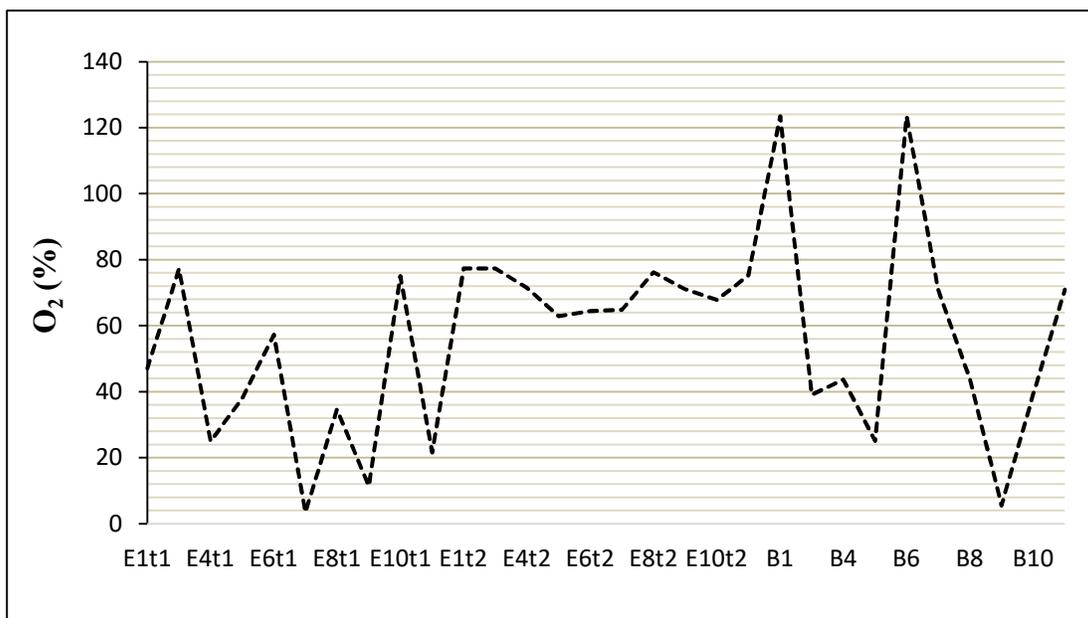
en oxygène dissous des eaux de la FPAS sont instables et nécessitent une prise en charge et un suivi particulier pour un meilleur control des processus de production. Effectivement, si on se réfère au tableau (3.6) et à la figure (3.6 a et b), nous constatons que l'hypoxie concerne la majorité des bassins de l'écloserie et de l'élevage1 alors que l'hyperoxie concerne plutôt les bassins de l'élevage 1. Deux groupes de facteurs peuvent affecter la respiration des poissons ; même chez les poissons d'eau douce africains présentant certaines particularités physiologiques telles que l'euryhalinité, issues de biotopes alcalins ou respirant l'air (cichlidés, poissons-chats, poissons-poumons, etc.). Le premier, comprenant la température, la salinité et la masse corporelle, modifie les taux de consommation d'oxygène en faisant varier les besoins énergétiques des poissons. Le second, principalement la saturation en oxygène, limite la capacité des poissons à assurer le maintien des besoins de base en oxygène (Moreau, 1988).

Dans des situations d'hypoxie comme c'est le cas des eaux de la FPAS, le poisson ne peut plus convertir l'énergie qu'il reçoit, et il en résulte une baisse de la croissance, de l'efficacité alimentaire, et des capacités de nage. La fréquence des mouvements operculaires augmente lorsque la concentration en oxygène dissous diminue et parallèlement induit un changement dans la distribution des poissons dans l'espace avec une orientation vers la surface de l'eau où la concentration en oxygène dissous est plus élevée. Quand la teneur en oxygène dissous approche une concentration si faible qu'elle est létale, le poisson présente de l'anorexie, une détresse respiratoire associée à l'hypoxie des tissus. Si ces conditions sont maintenues l'animal perd conscience et finit par mourir (Jones 1971; Wedemeyer 1996) .

Dans des situations d'hyperoxie comme c'est constaté au niveau des bassins B1 et B6 de l'élevage1, des hyperinflations de la vessie natatoire chez les poissons peuvent en découler en affectant les productions piscicoles de la FPAS. Il est néanmoins reconnu, qu'une concentration en O₂ élevée (supérieure à 25 mg/L) doit être évitée pour les œufs et les jeunes alevins car elle entraînerait une acidose respiratoire, qui serait par la suite compensée par le rein (Lautraite et al. 2004; Colt 2006). Dans les milieux d'élevage, les situations d'hyperoxie sont tolérables par les cheptels piscicoles sous la condition il est préconisé d'éviter les situations hypoxiques qui sont perturbatrices pour les poissons qui influencerait entre autre le comportement alimentaire des poissons (Person-Le Ruyet 2003). Cependant dans les dernières études, il apparaît que l'hypoxie temporaire provoquée contrôlée induit une forte croissance chez les poissons d'élevage en particulier chez *O. niloticus*(Abdel-Tawwab et al. 2015).



(a)



(b)

Figure 3.6. – Variations de l’oxygène dissous (a) et de la saturation en oxygène (b) des eaux de la FPAS. E1 à E11 : Bassins de l’écluserie ; t1 : Temps t1 du relevé (9h30) ; t2 : Temps t2 du relevé (13h30) ; B1 à B11 : Bassins de l’élevage

CONCLUSION

Conclusion

Des résultats de cette diagnose hydrothermiques et hydroxygénique de la ferme piscicole de Ain-Soltane (FPAS), même issus d'un seul relevé journalier pour les raisons expliquées, il en découle une non maîtrise des processus de fonctionnement hydrobiologiques qui concernent précisément : - sur le plan hydraulique le moine de vidange de surface est inadéquat au bon fonctionnement de la FPAS liés aux décantations (excréments de poissons et restes d'aliments) qui ne peuvent pas être évacués et constituent une contrainte majeure dans les processus d'élevages qui peuvent engendrer des situations d'anaérobiose provoquant des mortalités sporadiques ou massive du cheptel piscicole. – à cela s'ajoute le temps de renouvellement des eaux dans les bassins de l'élevage1 (geomembrane) qui est très lent lié particulièrement à une mauvaise répartition des débits entre les bassins. - la température et l'oxygène dissous considérés comme des paramètres clefs dans les élevages piscicoles. Les fluctuations anormales de la température sont surtout liées aux conditions climatiques et à l'absence d'isolation des conduites hydrauliques. L'installation d'un circuit thermorégulé était au programme de gestion de cette FPAS au même titre que les abris pour les bassins ce qui permettra de régler ce problème pour le long terme. Les hypoxies sont engendrées par les contraintes que nous venons de citer, quant au hyperoxie elles sont induites par les conditions climatiques mais surtout par l'absence de dégazage des eaux de forage et par les intrusions thermiques de ces derniers avec les masses d'eaux ayant un taux de renouvellement très faible comme c'est le cas des bassins d'élevage1.

A l'issue de ce travail, nous comptons reprendre cette étude afin d'élaborer un protocole spécifique de gestion de cette ferme. Nous recommandons des mesures spécifiques pour l'évolution de la ferme, un suivi quotidien de la qualité physico-chimique de l'eau et l'observation de la qualité bactériologique de l'eau de forage utilisé pour l'élevage.

CONCLUSION

**Références bibliographiques corrigées et rajoutés par l'encadrant (DJEZZAR M)
Les étudiants doivent fusionner les deux listes après délibération**

- Abdel-Tawwab, M., A. E. Hagra, H. A. M. Elbaghdady, and M. N. Monier. 2015. Effects of dissolved oxygen and fish size on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.): growth performance, whole-body composition, and innate immunity. *Aquac. Int.* **23**: 1261–1274.
- Abucay, J. S., and G. C. Mair. 2004. Methods of Identifying Males with YY Genotype in *Oreochromis Niloticus* L., Department of Agriculture, DA-BFAR (Philippines) and the American Tilapia
- Azaza, M. S., M. N. Dhraïef, and M. M. Kraïem. 2008. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *J. Therm. Biol.* **33**: 98–105.
- Azaza, M. S., and M. M. Kraïem. 2007. Etude de la tolérance à la température et à la salinité chez le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L.) élevé dans les eaux géothermales du sud tunisien. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer Salammbô* **34**.
- Beamish, F. W. H. 1970. Influence of temperature and salinity acclimation on temperature preference of the euryhaline fish *Tilapia nilotica*. *J. Fish. Board Canada* **27**: 1209–1214.
- Bhikajee, M. 1998. Recent advances in aquaculture in Mauritius. *Second Annual Meeting of Agricultural Scientists*. 95.
- Bruton, M. N., and B. R. Allanson. 1974. The growth of *Tilapia mossambica* Peters (Pisces: Cichlidae) in Lake Sibaya, South Africa. *J. Fish Biol.* **6**: 701–715.
- Caudron, A. 2008. Etude pluridisciplinaire des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) des torrents haut-savoyards soumises à repeuplements: diversité intra-spécifique, évaluation de pratiques de gestion et ingénierie de la conservation de populations natives.
- Colt, J. 2006. Water quality requirements for reuse systems. *Aquac. Eng.* **34**: 143–156.
- Coulibaly, S., V. K. n_goran, and C. B. Atsé. 2019. Etude Comparative de la Qualite des Eaux des Etangs et du Barrage ♦_une Ferme Piscicole en Etang au Sud-Est de la Côte ♦_Ivoire. *Eur. Sci. Journal, ESJ* **15**: 42.
- Dhraïef, M. N., M. S. Azaza, and M. M. Kraïem. 2010. Étude de la reproduction du Tilapia du Nil T *Oreochromis niloticus* (L.) en captivité dans les eaux géothermales du sud Tunisien. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer Salammbô* **37**.
- El-Sayed, A.-F., and M. Kawanna. 2008. Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Aquac. Res.* **39**: 670.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Festy, B., P. Hartemann, M. Ledrans, P. Levallois, P. Payment, and D. Tricard. 2003. Qualité de l'eau. Environ. santé publique-Fondements Prat. 333–368.
- Genere, B., D. Bouchard, and J. M. Amirault. 1997. Nursery practices for 1+ 1 plant type Douglas fir seedlings inoculated with *Laccaria bicolor* S 238 N. Rev. For. Fr.
- Halwart, M., and M. V Gupta. 2010. L'élevage de poisson en rizière, FAO/WorldFish Center.
- Jones, D. R. 1971. The effect of hypoxia and anaemia on the swimming performance of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Exp. Biol. **55**: 541–551.
- Lautraite, A., G. Borde, F. française D'aquaculture, and U. nationale de prévention sanitaire Aquacole. 2004. Guide de bonnes pratiques sanitaires en élevage piscicoles, F. française D'aquaculture [ed.]. Fédération française d'aquaculture.
- Lwamba, B. J., M. Katim, A. T. Kiwaya, L. R. Ipungu, and U. N. Nyongombe. 2015. Variations de la température de l'eau des étangs en période froide à Lubumbashi (RD Congo) et implications pour la production des poissons. J. Appl. Biosci. **90**: 8429–8437.
- Omasaki, S. K., H. Charo-Karisa, and I. S. Kosgey. 2013. Fish production practices of smallholder farmers in western Kenya. Livest. Res. Rural Dev. **25**: 52.
- Person-Le Ruyet, J. 2003. Les bases zootechniques et biologiques de l'élevage des poissons marins. Habilit. à Dir. des Rech. Inst. Univ. Eur. la Mer-Université Bretagne Occident. 85p.
- Secondat, M. 1952. Les variations de la température et de la concentration en oxygène dissous des eaux lacustres et des eaux courantes. Leur retentissement sur la distribution des poissons. Bull. Français Piscic. 52–59.
- Suresh, V. 2003. Tilapias. Aquac. Farming Aquat. Anim. Plants 321–345.
- Timmermans, J. A. 1962. Influence de la température sur la production piscicole en étang. Bull. français Piscic. 67–71.
- De Villers, J., M. Squilbin, and C. Yourassowsky. 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Fiche **2**: 158–162.
- Wedemeyer, G. 1996. Physiology of fish in intensive culture systems, Springer Science & Business Media.

References bibliographiques (travail des étudiantes qui sont à réviser, à recorriger et à fusionner avec celles corrigées par l'encadrant, M. DJEZZAR Miliani)

Bibliographie

- Amba, Y., Uattara, A., Osta, K., & Ourène, G. (2008). Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous- produits agricoles. *Sciences & Nature*, 5, 89–99.
<https://doi.org/10.4314/scinat.v5i1.42155>
- Arrignon, J. (2000). Pisciculture en eau douce le Tilapia. (Larose & Maisonneuve, Eds.) (le Tilapia). Editions Maisonneuve et Larose et ACCT.
- Azaza, M. S., & Kraiem, M. M. (2007). Etude de tolerance e la temperature et à la salinité chez le tilapia du nil *OREOCHROMIS NILOTICUS* (L.) eleve dans les eaux geothermals du sud tunisien. *Institut National Des Sciences et Technologies de La Mer*, 34, 145–155
- Anusuya Devi, P., Padmavathy, P., Aanand, S. & Aruljothi, K. (2017). Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture. *International of Applied Research*, 3(5), 114- 120.
- Arulampalam, P., Yusoff, F. M., Law, A. T. & Rao, P. S. S. (1998). Water quality and bacterial populations in a tropical marine cage culture farm. *Aquaculture Research*, 29, 617-624.
- Ahotondji, A. (2012). Renforcement des capacités nationales des petits producteurs dans la production intensive d'alevins de clarias. Rapport Technique Définitif. Projet ACP FISH II, Activité 4.1, Projet N°:A8bDOI:acpfish2eu.org/.../RTF%20Projet%20A8%20ACP%20FISH%20II%20G, 28.
- Balarin, J. D., & Hatton, J. P. (1979). Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa.
- Bruton, M. N. (1979). The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias*. *Transactions of the Zoological Society of London*, 35, 1-45.
- Coche A., Muir J., Laughlin T (1997). Méthodes Simples Pour L'aquaculture Pisciculture Continentale: La Gestion Les Etangs Et Leur Eau, 9-35.
- Carballo, Eira Van Eer, Assiah Van Schie, Ton Hilbrands, Aldin (2008). La pisciculture à petite échelle en eau douce. ISBN : 978-90-8573-078-1 ET 978-92-9081-368
<http://www.agromisa.org/agrodoks/Agromis>.
- Clay, D. (1979). Population biology, growth and feeding of African catfish (*Clarias gariepinus*) with special reference to juveniles and their importance in fish culture. *Archiv fur Hydrobiology*, 87 (4), 453- 482.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Castaneda R, McGee M, Velasco M. 2010. Pangasius juveniles tolerate moderate salinity in test. *Global Aquaculture Advocate*: 27–28.
- Chalabi A (2003). *Aquaculture en Algérie et son contexte maghrebin*.
- Do TTH, Tran NTQ. 2012. The effect of salinity on the embryonic development and osmoregulatory of the striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) larvae and fingerling stages. *Journal of Science 21b*: 29–37, Can Tho University, Vietnam, in Vietnamese with English summary.
- Daniel, S., Larry, W. D. & Joseph, H. S. (2005). Comparative oxygen consumption and metabolism of striped bass (*Morone saxatilis*) and its hybrid. *Journal of World Aquaculture Society*; 36(4), 521-529.
- De Silva SS, Phuong TN. 2011. Striped catfish farming in the Mekong Delta: a tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture* 3: 45–73.
- EVAD., 2005. Projet n°8, Evaluation de la durabilité des systèmes de production aquacole. www7.inra.fr/content/download/5365/527
- Fermon, Y. (2011). *La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : manuel technique. Action contre la faim. ACF-International Network, Paris, 276.*
- Fagbenro, O. A. & Sydenham, D. H. J. (1988). Evaluation of *Clarias isheriensis* Under Semi – intensive Management in Ponds. *Aquaculture Nutrition*, 5(3), 199- 204.
- FAO. 2016. *The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome: FAO.*
- Fish Farmer. 2008. Norwegian study on impact of climate change on farmed salmon. p. 1. Available from www.fishfarmer-magazine.com/news/fullstory.php/aid/1490/.
- Grinsted A, Moore JC, Jevrejeva S. 2009. Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD. *Climate Dynamics* 34: 461. doi: 10.1007/s00382-008-0507-2.
- Hecht, T., Oellermann, L. & Verheust, L. (1996). Perspectives on clariid catfish culture in Africa. *Aquatic Living Resources*, 9, 197-206.
- Hepher, B. & Pruginin, Y. (1981). *Commercial fish farming. A Wiley Interscience Publication, New York, 261.*
- Huisman, E. A. & Richter, C. J. J. (1987). Reproduction, growth, health control and aquacultural potential of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*, 63, 1-14.
- ISI (1974). *Indian standard methods for sampling and test (physical and chemical) for water used in industry. Indian standard Institute, Manak Bhawan, New Delhi, 7.*
- Lazard, J. (2007). *Le tilapia, 1–5.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ministère l'Agriculture de. ANDP. Secteur des Pêches., Bilan 1991. Plan 1992 P. 06. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2006. Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et l'Aquaculture, Horizon 2025.
- Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques., 2001-2007. Plan National de Développement de l'Aquaculture.
- Malcolm, C. M., & Brendan, J. M. (2000). Tilapias: biology and exploitation. Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland.
- Neill, W. H. & Bryan, J. D. (1991). Responses of fish to temperature and oxygen and response integration through metabolic scope. In D. E. Brune & J. R. Tomasso (Eds.), Aquaculture and water quality (Advances in World Aquaculture, volume, 3), 30-57. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana.
- Nguyen CL, Do TTH, Huong VNS, Nguyen TP. 2011. Physiological changes and growth of the striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) exposed to different salinities. Journal of Science 17a: 60–69, Can Tho University, Vietnam, in Vietnamese, English summary.
- Pruszyński, T. (2003). Effects of feeding on ammonium excretion and growth of the African catfish (*Clarias gariepinus*) fry. Czech Journal of Animal Science, 48(3), 106–112.
- Pillay, T. V. R. (1990). Aquaculture: principles and practices. Fishing News Books: Oxford, 575.
- Seridi F (2011). L'aquaculture en algérie : évolution, état actuel et essai d'analyse de durabilité. Tachet
- Teugels, G. G. (1986). A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae). Annales Musee Royal de L'Afrique Centrale. Science Zoologiques, 247, 1-199.
- Viveen, W. J. A. R., Richter, C. J. J., Oordt, P. G. W. J. v., Janssen, J. A. L. & Huisman, E. A. (1985). Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*). Département de Pisciculture et de Pêche de l'Université Agronomique de Wageningen (Pays-Bas), 92.
- Więcaszek, B., Krzykowski, S., Antoszek, A., Kosik, J. & Serwotka, P. (2010). Morphometric characteristics of the juvenile North African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) from the heated water aquaculture. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU), 13, (2).