

الجامعة الوطنية للعلوم البحرية والبيئة
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**Mémoire de Fin d'Études en vue de l'obtention
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat
en Sciences de la Mer**

Option : Aquaculture

Sujet

**Contribution à l'étude bio-écologique de
Tilapia zillii (Pisces, Cichlidae) à Oued
*Khrouf***

Présenté par :

KHOUATRIA DALAL

Soutenu le 07. 07. 2009 devant la commission d'examen formée de :

Dr SEFIANE O.	E.S.S.M.A.L.	Président
Dr ZOUAKH D.E.	E.S.S.M.A.L.	Rapporteur
Dr BELHASNAT K.	E.S.S.M.A.L.	Examineur
Dr BOUAZIZ A.	Université d'Alger	Examineur
Dr MILLA A.	E.N.V	Examinatrice

Promotion 2008 -2009

Je dédie ce travail à mon petit frère MOHAMED

Mes deux chères sœurs SIRINE et ROFYDA

*Aux êtres les plus chers et précieux à mon cœur
, mes PARENTS qui ont sacrifiées leur vie
pour batailler la mienne, et je leurs dis voila j'ai
Réussi comme vous avez toujours voulu
que Dieu vous garde
pour moi*

Remerciements

Le présent travail n'aurait pas vu le jour sans le concours de plusieurs personnes, qui de près ou de loin, n'ont ménagé aucun soutien moral ou matériel à mon égard et à qui mes sincères remerciements sont adressés :

En premier lieu à Monsieur SEFIANE Maître de Conférence à l'ENSSMAL qui m'a fait un grand honneur en président ce jury et en examinant ce travail.

Je remercie Monsieur BELHASNET Maître de Conférence à l'ENSSMAL pour ses encouragements et pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Je remercie avec la même faveur Melle MILLA maître de conférence à l'ENV, de nous avoir honoré de présence à cette soutenance et d'avoir accepté de faire partie de ce jury et de juger ce travail, et Mr TOUAHRIA maître de conférence à l'USTHB pour son aide.

Je ne saurais jamais remercier assez Monsieur BOUAZIZ (Maître de conférences à l'université d'Alger) qui n'a cessé de me prodiguer conseils, suggestions ou critiques. Je salue en lui son efficacité et lui exprime ma plus vive reconnaissance.

*En **particulier** un très grand remerciement à mon promoteur Dr ZOUAKH Djamel Eddine, Maître de Conférence à l'ENSSMAL qui n'était non seulement mon enseignant, je l'ai considéré comme un père pour moi. Je m'en voudrais de ne pas le remercier pour l'encadrement, son aide, la disposition à la documentation, le soutien moral, sa gentillesse avec moi, la supervision ainsi que la patience et la confiance qu'il m'a montré depuis le tout début de ce travail jusqu'à la phase finale lors des recherches sur le terrain et au laboratoire, lors de la rédaction et de la correction du manuscrit.*

Je remercie aussi Monsieur Djafar LOUNES, Responsable du laboratoire d'Aquaculture à l'I.N.S.P.A. (ex.I.T.P.A) et Monsieur BOUSLIMANE, ingénieur du Laboratoire d'Aquaculture de l'ENSSMAL pour les efforts qu'ils ont déployé afin de mettre à ma disposition toute la logistique dont j'avais besoin durant les trois mois de stage sans oublier Monsieur ARBOUCHE Rachid le bibliothécaire.

Un très grand remerciement à la famille DAHMANI ; particulièrement à MOHAMED de la ville de Djamaa pour son hospitalité débordante et son aide si précieuse à récolter les poissons qui ont servi à mon étude, ses filles : YOUSRA, BASMALA, WISSAL sans oublier Docteur A. BOUZNADA, médecin à Djamaa pour son hospitalité ainsi que son fils IMAD,

Par la même occasion, j'exprime ma profonde gratitude à mon meilleur ami KHERBOUCHE SAMIR qui a pu me supporter tout au long de mon travail, je le remercie pour son aide et grâce à lui je n'ai pas pu arriver à se stade la.

Enfin, ma profonde gratitude va à toute la promo 2004/2009 options aquaculture : ASSIA, NAIMA, RYMA, AMINA, FOUAD, HAMZA, MENAD, ZAKI, FATAH, SAID, BILAL, SAMIR, MOUNIR et mes meilleurs amies : HOUDA, OURIDA, KAHINA et NABILA. Mes cousines NADJET et NASSILA, sans oublier le turbulent HANAFAI et toute l'équipe de l'ENSSMAL.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
---------------------------	---

Chapitre I : GENERALITES

Historique	2
Systematique	3
Contraintes	4
Alimentation et croissance	5
Hygiène et pathologies	5

Chapitre II : Milieu d'étude

1. Situation géographique des sites de prélèvement de Tilapia zillii	6
1.1. Oued Khrouf	6
1.2. Etang Ain Zarga	6
2. Climatologie	8
2. 1. Température atmosphérique	8
2.2. Pluviométrie	9
2.3. Diagramme Ombrothèrmique	9
2.4. Le quotient pluviométrique d'EMBERGER	10

3. Physico-chimie de l'eau	12
3.1. Matériel et méthodes.....	12
▪ <i>Température de l'eau</i>	12
▪ <i>Potentiel hydrogène</i>	12
▪ <i>Conductivité</i>	12
▪ <i>Salinité</i>	13
▪ <i>Oxygène dissous</i>	13
▪ <i>Transparence</i>	13
▪ <i>Dosage de l'ammonium</i>	15
▪ <i>Dosage des nitrites</i>	15
▪ <i>Dosage des nitrates</i>	15
▪ <i>Dosage des orthophosphates</i>	15
▪ <i>Dosage du silicium dissous</i>	15
▪ <i>Dosage de la Chlorophylle a</i>	15
▪ <i>Matières en suspension (M.E.S.)</i>	16
3.2. Résultats et discussion	17
▪ <i>Température de l'eau</i>	17
▪ <i>Potentiel d'hydrogène</i>	17
▪ <i>Conductivité</i>	18
▪ <i>Salinité</i>	18
▪ <i>Oxygène dissous</i>	18
▪ <i>Transparence</i>	18
▪ <i>Azote nitreux (NO₂⁻)</i>	18

▪ <i>Azote nitrique (NO₃⁻)</i>	18
▪ <i>Ammonium (NH₄⁺)</i>	18
▪ <i>Phosphore minéral dissous</i>	19
▪ <i>Silicate</i>	19
▪ <i>Chlorophylle a</i>	19
▪ <i>Matières en suspension (MES)</i>	19
4. Hydrobiologie	19
5. Végétation	22
6. Granulométrie	23
6.1. Prélèvement des échantillons	23
6.2. Séchage des échantillons	23
6.3. Tamisage et pesée des échantillons	23
6.4. Résultats.....	24
7. Conclusion	25

Chapitre III : Bioécologie de *Tilapia zillii*

1. Description de l'espèce	27
1.1. Systématique	27
1.2. Distribution géographique	28
1.3. Biologie et reproduction	28

2. Etude du régime	30
2.1. Pêche des échantillons de poissons	30
2.2. Méthode d'analyse des contenus stomacaux	31
2.3. Résultats et discussion	31
3. Etude de l'âge et de la croissance de <i>Tilapia zillii</i>	34
3.1 Mensuration et pesée	34
3.2. La clé âge longueur	34
3.2.1. Matériels et méthodes	35
3.2.2. Résultats et discussion	37
3.3. Croissance	37
3.3.1. Croissance linéaire.....	37
3.3.1.1. Matériels et méthodes.....	38
3.3.1.2. Résultats et discussion.....	38
3.3.2. Croissance relative.....	39
3.3.2.1. Matériels et méthode	39
3.3.2.2. Résultats et discussion	40
3.3.3. Croissance pondérale	37
3.3.3.1. Matériels et méthodes.....	41
3.3.3.2. Résultats et discussion.....	41
4. Etude du comportement reproducteur et reproduction naturelle de <i>T. zillii</i>	42
4.1. Matériels et méthodes	42
4.2. Résultats.....	43
4.3. Culture du plancton	45

Conclusion 45

CONCLUSION GENERALE 47

BIBLIOGRAPHIE

LISTES DES ILLUSTRATIONS

- *LISTES DES FIGURES*
- *LISTES DES TABLEAUX*

ANNEXES

INTRODUCTION

Introduction

Les zones humides algériennes regroupent une grande variété d'habitats naturels : lacs et marais (eau douce, saumâtre ou salée), oueds, lacs de barrage, chotts et sebkhas et autres collections d'eau telles que les gueltas. Sur le plan hydrologique, les zones humides favorisent :

- la résorption et la désynchronisation des crues ;
- le renouvellement et l'écoulement des eaux souterraines ;
- le stockage et l'épuration de l'eau ;
- le maintien des nappes phréatiques de bonne qualité ;
- le captage des sédiments ;
- la stabilisation des berges et atténuation des forces érosives.

Notre étude a été réalisée sur un écosystème aquatique appartenant à la zone humide de Oued Righ. Elle consiste à mettre en évidence ses particularités morphodynamiques, physico-chimiques et biocénotique et identifier la faune aquatique notamment l'ichtyofaune.

Cette étude a permis d'évaluer d'une manière partielle la qualité des eaux, des ressources piscicoles et des potentialités aquacoles de ces milieux.

Nous avons procédé d'abord par l'échantillonnage des populations ichtyologiques qui nous a permis de faire une étude de la structure de ces populations, puis à l'identification des espèces dans leur répartition algérienne et enfin nous avons esquissé une étude éthologique relative au comportement reproducteur de *Tilapia zillii* qui est l'espèce la plus abondante et pouvant représenter aussi un intérêt aquacole.

L'objectif de ce travail vise non seulement une meilleure connaissance de la bio-écologie de *T. zillii* mais surtout l'inventaire et l'identification des espèces de poissons dans leur répartition réelle. Une telle démarche s'avère être intéressante car elle permet de mieux comprendre les interactions existant entre les divers peuplements et leur milieu.

Un travail global de suivi de ces systèmes aquatiques devrait s'imposer afin de préserver les oueds et les lacs naturels ou de barrage contre les facteurs déstabilisateurs des écosystèmes (pollution diversifiée, eutrophisation,...) en préconisant les méthodes adéquates de conservation de l'ichtyofaune, de gestion et d'exploitation rationnelle de ces ressources hydriques.

La démarche que nous envisageons à travers ce modeste mémoire pourrait contribuer efficacement à une meilleure connaissance des systèmes aquatiques continentaux d'où une meilleure conservation et gestion en perspective d'une exploitation rationnelle.

GENERALITES

Historique

La famille des Cichlidae est particulière aux eaux douces d’Afrique, de Madagascar, d’Amérique tropicale, d’Asie Mineure, d’Inde et du Sri –Lanka. Cette vaste distribution marque une tolérance à la variabilité de la salinité. Plusieurs espèces s’étant adaptées à la vie en eau saumâtre et peuvent même s’aventurer en mer (Daget et Durand, 1981).

Les Cichlidae, particulièrement le Tilapia du Nil *O. niloticus* sont recommandés en pisciculture tropicale en raisons de leur plasticité dans leurs habitudes alimentaires (Kaushik, 1993) et leur tolérance aux diverses conditions environnementales (Malcolm et al., 2000). En Afrique, les premiers essais d’élevage de *Tilapia zillii*, *Tilapia rendalli* et *Oreochromis macrochir* ont été effectués au Zaïre en 1949 dans la station Kipopo. Cependant, durant les années soixante-dix, il est établi que les performances zootechniques d’*Oreochromis niloticus* et les hybrides surclassent nettement la plupart des autres *Tilapia* (Leveque et al., 1999). Les élevages de *Tilapia Zillii* sont aujourd’hui abandonnés car les rendements pour cette espèce sont médiocres bien que Mohamed (1999) démontre que *T. zillii* se distingue par sa grande capacité d’adaptation en eau douce, saumâtre et aux conditions hyalines et qu’elle puisse même survivre en eau polluée.

En Algérie, (Gauvet in Seurat, 1931) fait allusion à une pêche très originale utilisée par les indigènes de Touggourt pour la capture d’un poisson qu’il désigne sous le nom de tilapie de Zill dans les Khandeg de l’oasis (étang et réservoir d’eau) à l’aide d’une étoffe surnommée Melhfa, grande pièce d’étoffe de 12 m de longueur sur 1, 60 m de largeur, placée en travers et au-dessus du cours d’eau, dans lesquelles les poissons effrayés viennent sauter. Ce témoignage conforte les observations indiquées par Pellegrin qui, en 1921, affirme que *T. zillii* est une espèce endémique qui colonise plusieurs Khandeg et canaux d’irrigation au sud de l’Atlas Saharien Algérien.

De ce fait, nous considérons *Tilapia zillii* comme étant une espèce autochtone à l’Algérie en contradiction des assertions d’Arrignon qui affirme que son introduction en Algérie s’est faite en 1962 à partir de la France.

Les premiers travaux en Algérie sur les Cichlidés sont relativement récents. Toumi et Hadjadji (2003) ont signalé les différentes espèces de *Tilapia* introduites en Algérie.

En 2004, trois études ont porté sur l’espèce *Oreochromis niloticus* ; Bouzid et Farah ont étudié l’impact du PBO sur la croissance et la maturité sexuelle de cette espèce, Bouroubi et Zeghimi sur l’adaptation à la salinité et enfin, Bouguelane et al. sur la fabrication et l’essai de quatre formulations d’aliment pour le prégrossissement de *Tilapia* du Nil.

En 2005, une expérience sur l'inversion sexuelle chez *Oreochromis niloticus* a été réalisée par Ait Hamouda et Chergui. Bentoumi et Kahil (2005) ont repris les expériences sur l'adaptation à la salinité de *O. niloticus* en variant la densité d'élevage.

En 2006, Echikh et *al.*, ont réussi à formuler, fabriquer et tester un aliment composé pour le *Tilapia*

En 2008, Belaribi a étudié la parasitofaune de trois Cichlidés d'Algérie : *Tilapia zillii*, *Oréochromis niloticus* et le *Tilapia* hybride. En même temps, Athmane a fait une étude génétique comparative de trois Cichlidés d'Algérie.

Systematique

Il est facile, à première vue, de classer le *Tilapia* dans le grand ordre des Percomorphi.

Les Percomorphi dont la perche est le type, regroupent un nombre considérable de familles. Le corps des poissons appartenant à cet ordre est plus ou moins comprimé latéralement. Il est toujours recouvert d'écaillés. La forme de la tête est variable, la bouche est terminale à ouverture presque horizontale ou fortement oblique. La nageoire dorsale est simple ou double, à rayons antérieurs toujours épineux. La forme de la nageoire caudale est variable, les nageoires pectorales sont moyennes, les ventrales sont thoraciques avec un premier rayon épineux et cinq rayons mous (Arrignon, 1993).

Le terme *Tilapia* regroupe une centaine d'espèces, appartenant à plusieurs genres de la famille des Cichlidae, famille d'espèces essentiellement éthiopiennes avec quelques représentants amérindiens et un genre asiatique, est constituée de poissons à corps ramassé, trapu, à bouche petite. La nageoire dorsale est continue ; sa partie antérieure, épineuse n'est pas séparée de la partie postérieure molle.

Le genre *Tilapia* a d'abord été divisé sur la base de différences morphologiques en trois sous-genres : *Tilapia*, *Sarotherodon* et *Neotilapia*. Mais, depuis le début du siècle, le nombre d'espèces de *Tilapia* a fortement augmenté avec la découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit les systématiciens à revoir régulièrement la taxonomie de ce genre rassemblant actuellement plus de 90 espèces. C'est ainsi que les *Tilapia*, dont seule la famille pratique toujours l'incubation buccale, sont vue regroupés avec tous les *Tilapia* incubateurs buccaux ont été regroupés dans un premier sous-genre *Sarotherodon* qui a été élevé ensuite au même titre que *Tilapia* (incubateur sur substrat), au niveau générique. Ce nouveau genre s'est vu alors pulvérisé

en cinq à sept sous – genres parmi lesquels *Sarotherodon* regroupait les *Tilapia* incubateurs biparentaux ou uniparentaux paternels et *Oreochromis* regroupait les *Tilapia* incubateurs buccaux uniparentaux maternels (Trewavas, 1981).

Dernièrement, certains taxonomistes s'accordaient à diviser la tribu des tilapinés en quatre genres en se basant non seulement sur les caractères anatomiques, mais aussi, originalité en taxonomie, sur le comportement reproducteur et la nutrition (Trewavas, 1981) :

- incubateur d'œufs sur substrats avec garde biparentale (couple), macrophytophages : *Tilapia* ;
- incubateur buccal avec garde biparentale ou paternelle, planctonophages : *Sarotherodon* ;
- incubateur buccal avec garde uniparentale maternelle, planctonophage : *Oreochromis*
- caractéristiques éco- morphologiques particulières : *Danakilia*.

Contraintes biologiques

Les *Tilapia* sont des planctonophages et macrophages présentant un dimorphisme sexuel marqué et un comportement sexuel très défini sur lequel est basée la classification des genres. Ces sont des poissons rustiques qui présentent une grande prolificité ce qui leur a valu la mauvaise réputation de surpeupler les étangs. Ce sont des poissons d'eaux chaudes, douces ou saumâtres (Burlot et al, 1998) :

- ils cessent de se reproduire en dessous de 22° C et de se nourrir en dessous de 16° C.
- ils sont résistants aux conditions anoxiques de l'eau et peuvent survivre avec moins de 1mg d'oxygène/litre même s'il est souhaitable de rester au dessus de 2mg/l.
- le pH optimal se situe aux alentours de 7 - 7.5.
- La salinité requise est variable d'une espèce à l'autre.

En général, les femelles pondent dans des nids creusés par les reproducteurs mâles. Les espèces de *Tilapia* se différencient par leur comportement parental, qu'ils soient incubateurs buccaux ou qu'ils surveillent en couple ou non leurs progénitures.

Après une ponte de quelques centaines à quelques milliers d'œufs, l'éclosion a eu lieu six jours après (28°C). Pendant environ dix jours, les alevins nagent en nuage puis s'affranchissent de leurs parents et nagent en bac (Burlot et al, 1998).

Alimentation et croissance

Les besoins alimentaires en protéines s'approchent de 35% de la ration. La nourriture peut être préparée spécialement ou issue des sous-produits de consommation humaine. La nourriture artificielle spécifique concerne des produits qui se présentent sous la forme de granulés ou poudre, mais coûteux. Elle est utilisée surtout pour l'élevage en cage.

La farine de poisson constitue la meilleure source de protéines mais on tente de lui substituer d'autres matières premières disponibles sur place.

La température optimale de croissance semble être de 28° C à 31° C. A Partir de 0.15 mg/l d'oxygène, la croissance est ralentie. Pour une même espèce, on peut observer des variations considérables de croissance d'un milieu à un autre (Burlot et al, 1998).

Hygiène et pathologies

La résistance aux maladies des *Tilapia* explique leurs succès à l'échelle mondiale. On rencontre des pathologies à titre plutôt ponctuel (Burlot et al, 1998).

- Les virus : la seule infection en élevage intensif est une iridovirose désignée sous le terme LYMPHOCYSTIS. Le danger réside moins dans l'apparition de mortalités que dans la dépréciation commerciale des animaux.
- Les bactéries : de nombreuses espèces de bactéries ont été identifiées lors de mortalités ou problèmes pathologiques survenus dans les élevages de *Tilapia*. Parmi elles on trouve : *Flexibacter columnaris*, *Pseudomonas fluorescens* et *Edwardsiella tarda*.
- Les champignons : les Saprolégnioses ne sont pas rares chez les *Tilapia*. Elles se présentent sous la forme de filaments, de duvet blanchâtre sur certaines parties du corps blessées ou traumatisées. On rencontre aussi des parasites internes ou externes.

MILIEU D'ETUDE

Milieu d'étude

1. Situation géographique des sites de prélèvement de *Tilapia zillii*

Nous avons révélé la présence de *T. zillii* au niveau de la commune de Djemâa localisée à 10 km au nord de Touggourt (latitude : 33° 31' 17'' N; longitude : 5° 57' 23'' E). Limitée au Nord par chott Merouane et chott Melghir, à l'Est par les communes d'El Oued et Guemar, au Sud par la commune de Timacine et enfin à l'Ouest par Djelfa. Dans l'axe Sud-Nord, on trouve le zone humide de Oued Righ d'une superficie de 337 700 hectares constituée par l'Oued Khrouf et Chott Merouane, ces deux écosystèmes aquatiques sont classés parmi les zones humides algériennes d'importance internationale. C'est dans l'Oued Khrouf que nous avons pêché nos échantillons, mais nous avons prospecté aussi non loin de là, l'étang de Aïn Zerga (Fig. 1 et 2).

1.1. Oued Khrouf

Ce site fait partie de la région de l'Oued Righ qui se présente comme une large dépression, allongée dans le sens Sud-Nord. C'est une région sillonnée de chotts communiquant entre eux, par le collecteur général des Oasis, il évacue les eaux de drainage dans le chott Mérouane.

Oued Khrouf (Fig 3) est un biotope adéquat pour l'avifaune sédentaire et de passage. C'est également une source d'alimentation importante pour l'ichtyfaune locale et un lieu de frayère et d'alevinage.

Le relief du site est homogène avec la présence de quelques dunes dans les vallées et les oasis. La largeur de l'oued varie de 4 - 8 m, sa profondeur de 0.5 à 1.5 m. Le substrat est sableux à sablonneux.

Oued Khrouf dont les eaux sont permanentes joue un rôle d'exutoire des eaux d'évacuation issues des eaux de drainage des palmeraies (excès d'irrigation) et de rejets d'eaux usées des communes de Touggourt et de Djemâa.

1.2. Etang Aïn Zarga

Cet étang (Fig. 4) est localisé à environ 5 km à l'est de Djemâa. Nous avons entrepris de collecter quelques spécimens de *Tilapia Zillii* dont la présence est bien connue depuis des générations.

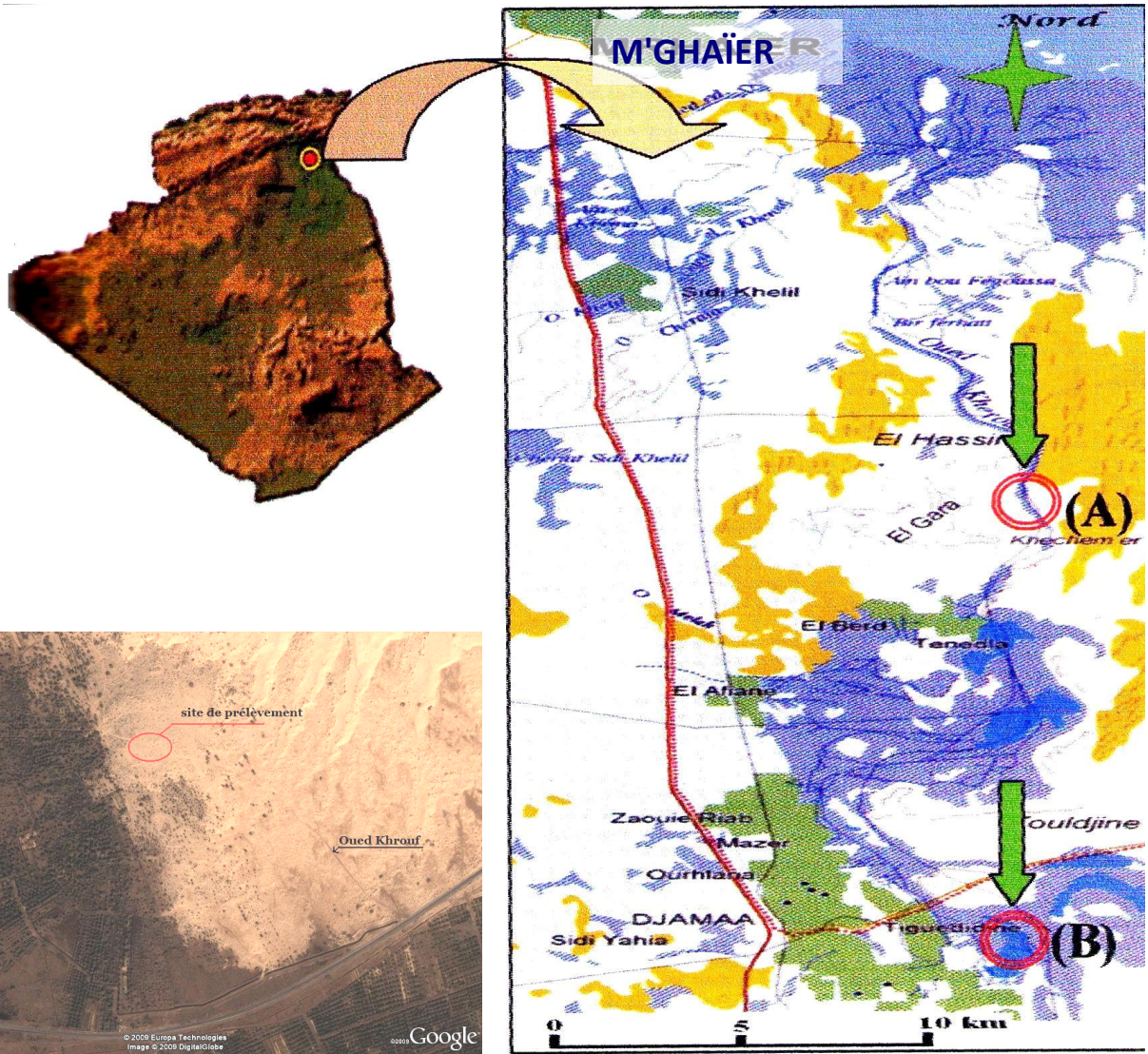


Figure 2: Situation géographique de la zone d'étude et sites de prélèvements
(D'après D.G.F., 2002 modifiée)
(A) : Oued Khrouf ; (B) : étang de Ain Zarga



Figure 1 : Photo satellitaire du site de prélèvement (Googleearth, 2009)



Figure 3 : Oued Khrouf, vue d'ensemble, le 24/04/2009



Figure 4 : Etang de Ain Zarga, le 24/04/2009

2. Climatologie

Le climat est constitué par l'ensemble des phénomènes météorologiques caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point donnée de la surface terrestre (Paradi, 1979). La température et la pluviométrie sont les deux éléments principaux du climat, ils sont presque toujours les facteurs principaux pour lesquels on dispose plus d'informations grâce aux observations météorologiques.

Le climat est caractérisé par de grandes chaleurs en été, avec un sirocco (vent chaud) soufflant de direction Nord-Est et par un hiver froid accompagné de vents de sable de Sud-Est.

2. 1. Température atmosphérique

La température est l'un des facteurs écologiques fondamentaux, elle intervient sur le système biologique et varie avec la direction du vent (Sacchi et Testard, 1971). Djemâa a enregistré durant l'année 2006 (O.N.M., 2006) une température annuelle moyenne de **22,7°C** (tab. 1). On remarque une augmentation progressive de la température moyenne mensuelle à partir du mois de Janvier jusqu'au mois de Juillet où elle atteint son maximum (34,1° C).

On remarque que le mois le plus chaud durant l'année 2006 est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle maximale de **41 °C** et le mois le plus froid durant cette même année est le mois de Janvier où l'on a enregistré une température moyenne mensuelle minimale de **3,3 °C**. Ceci indique que la région de Djemâa est caractérisée par un hiver froid et un été très chaud.

Les valeurs de température et des précipitations nous ont été communiquées par l'Office National de Météorologie de Dar El Beida pour l'année 2006 (tab.1).

Tableau 1 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures et des précipitations sur une période d'une année (2006) W .El Oued. (O.N.M., 2006)

Mois	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
M° C	14,9	18,3	26,1	31,1	35,5	39,2	41	40,9	33,5	31,8	23,6	17,9
m° C	3,3	6,6	10,5	16,3	21,1	24,1	27,1	26,3	20,4	17,6	9,6	7,1
M+m / 2	9,1	12,4	18,3	23,7	28,3	31,7	34,1	33,6	27	24,7	16,6	12,5
P (mm)	38,7	1,1	0	3,2	1,1	0,4	0,2	2,2	14,5	14,2	2,7	6,6

M : température maximale moyenne (°C)

m: température minimale moyenne (°C)

P : précipitation mensuelle moyenne (mm)

$(M+m)/2$: température moyenne mensuelle ($^{\circ}\text{C}$).

2.2. Pluviométrie

La variation annuelle des précipitations, d'une année à l'autre a une action certaine sur l'accumulation d'eau dans les dépressions et donc sur la richesse et la répartition de la flore algale (Metefri, 1984).

Djemâa a enregistré durant l'année 2006 une moyenne annuelle pluviométrique d'environ **84,9** mm. Le nombre de jours se limitent de 26 jours /an, cela indique une très faible pluviométrie dans la région.

Les données thermiques et pluviométriques combinées entre elles conduisent à tracer le diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen, 1953 et à calculer le quotient pluviométrique d'EMBERGER (*in* Dajoz, 2003).

2.3. Diagramme ombrothermique

Selon (Bagnouls & Gaussen, *in* Dajoz, 2003.), les mois où les précipitations sont inférieures à deux fois la température, sont considérés comme des mois secs ($P < 2T$). Ainsi, nous avons représenté sur le même graphique le diagramme ombrothermique représentant les précipitations et les températures moyennes annuelles.

Ce diagramme donc consiste à déterminer la période sèche et la période humide de la zone d'étude. La période sèche correspond à toute la partie pour laquelle la courbe thermique se tient au dessus de la courbe pluviométrique.

L'examen du diagramme ombrothermique de notre région d'étude (fig. 5), montre que durant l'année 2006 la saison sèche s'étale pratiquement sur toute l'année, hormis la période Janvier- Février.

Selon aussi les données de l'ONM en ce qui concerne les précipitations annuelles moyennes indiquent que la région a connu une année particulièrement sèche.

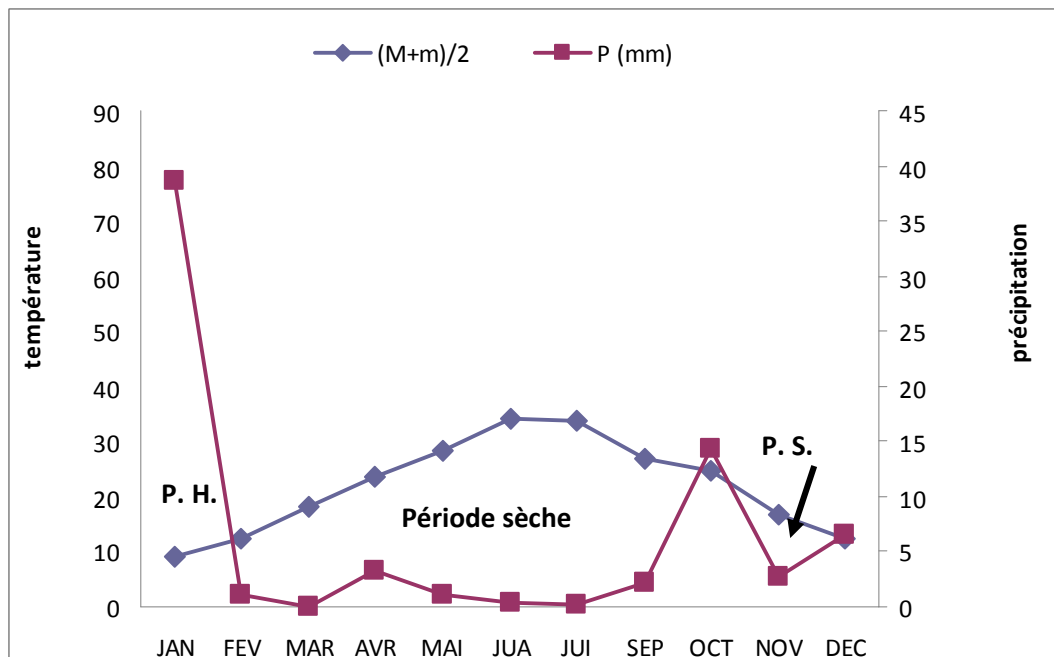


Figure 5 : Diagramme ombrothermique de la région de Djemâa

2.4. Le quotient pluviométrique d'EMBERGER

Ce quotient est défini par la formule :

$$Q2 = 100 P / (M+m) (M-m) \text{ (Dajoz, 2003)}$$

Où:

Q2 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

M : moyenne des maximas du mois le plus chaud (° K)

m : moyenne des minimas du mois le plus froid (° K)

P : somme des moyennes annuelles des précipitations en mm

$$Q = 100 \times 84,9 / (40,9 + 3,3) (40,9 - 3,3)$$

$$Q = 5,10$$

Cette valeur indique que Djemâa se situe dans l'étage bioclimatique **saharien** caractérisé par un hiver frais à doux (fig. 6).

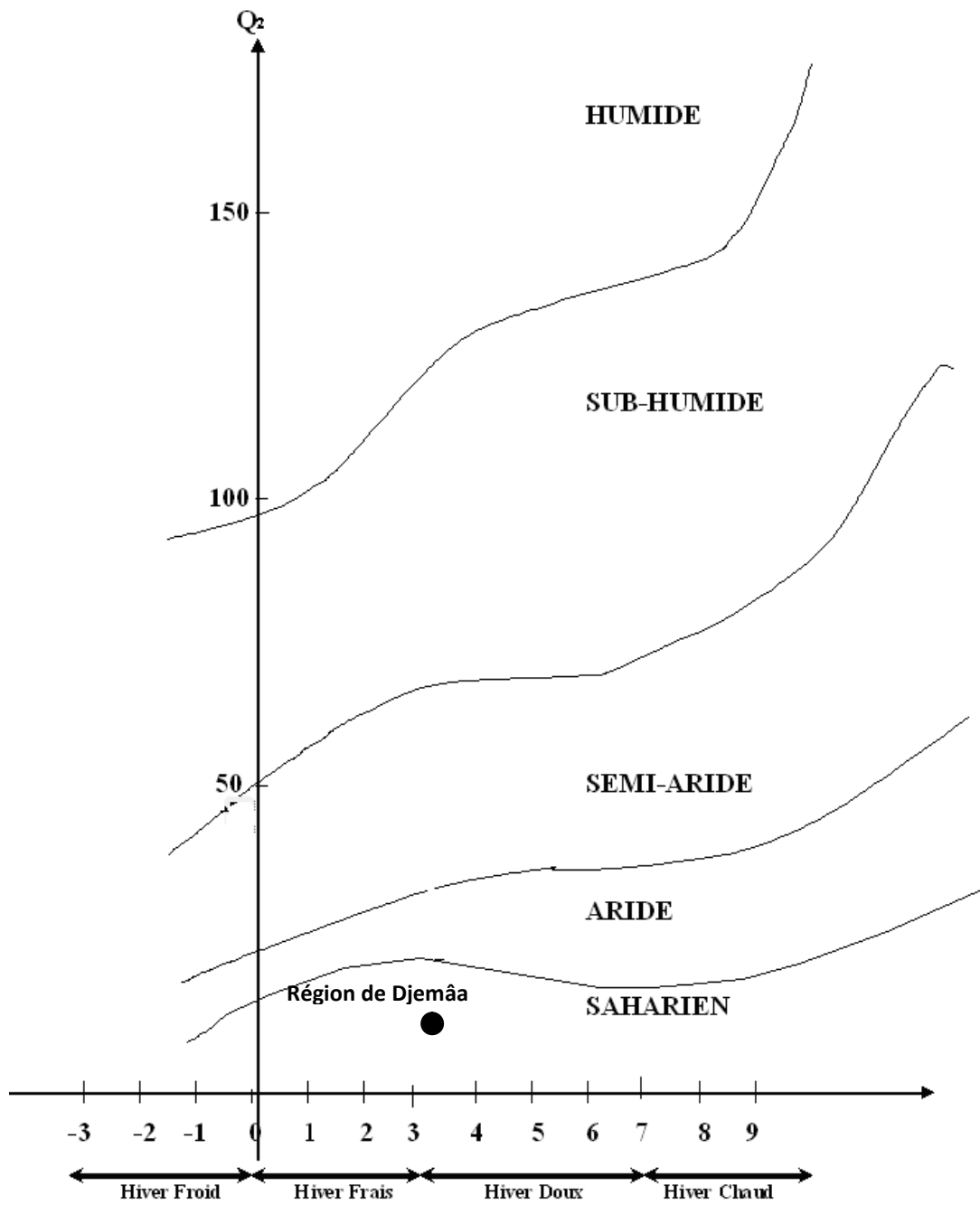


Figure 6 : Localisation de notre site d'étude sur le climagramme d'EMBERGER

3. Physico-chimie de l'eau

3.1. Matériel et méthodes

Les rejets dans les milieux naturels sont caractérisés par les flux en différents éléments chimiques qu'ils apportent. Ces rejets ont des conséquences sur le fonctionnement écologique de ces milieux, et dans le cadre d'une première approximativement, on peut caractériser un système sur la base de mesures de grandeurs physico-chimiques.

Certaines de ces grandeurs doivent être impérativement mesurées sur place, d'autres, en revanche, ne peuvent être réalisées qu'au laboratoire et nécessitent des prélèvements puis des traitements.

Les analyses effectuées *in situ* des différents paramètres sont la température de l'eau, le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous et la transparence (fig. 7 et 8).

- **Température de l'eau:** La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des gaz et dans la dissociation des sels dissous, et sur la détermination de la conductivité et du pH, d'où l'importance de la connaître avec une bonne précision (Rodier et al., 1996).

Pour mesurer la température de l'eau et de l'air, nous avons utilisé un pH mètre qui indique aussi la température par affichage digital. Les températures de l'eau et de l'air sont relevées au même moment et au même endroit.

- **Potentiel hydrogène :** Le pH est un paramètre qui donne une indication sur la stabilité du milieu. La modification des concentrations en CO_2 (respiration, photosynthèse, échange avec l'atmosphère) ou en CO_3^{-2} (précipitations) entraînera une modification du pH (Rodier et al., 1996).

Le pH a été mesuré par la méthode électrométrique à l'aide d'un pH-mètre de terrain.

- **Conductivité :** La conductivité nous renseigne sur la minéralisation des eaux, car il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Rodier et al., 1996). L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m), mais elle s'exprime généralement en microsiemens par centimètre (us/cm) ($1\text{S/m} = 10^4 \text{uS/cm}$).

La mesure de la conductivité s'est faite par conductimètre de terrain.

- **Salinité** : La grandeur salinité (S ‰) est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composés solides séchés à poids constant à 480° C, obtenue à partir de 1 kg d'eau de mer, la salinité de Oued Khrouf a été évaluée à l'aide d'un salinomètre de terrain.
- **Oxygène dissous** : L'oxygène est faiblement soluble dans l'eau, cette solubilité diminue avec la température et la salinité mais augmente avec la pression. Par contre, la concentration de l'oxygène dans l'eau augmente avec le brassage de l'eau ainsi que par la synthèse chlorophyllienne lors d'un bon ensoleillement. L'oxygène dissous dans l'eau règle la vie animale avec des besoins variables selon les espèces. C'est un facteur écologique essentiel et varie en fonction de la température.

L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre de terrain préalablement étalonné à l'air (100 % de saturation). Le dosage est effectué directement en plongeant l'électrode dans l'eau. Les valeurs sont exprimées en pourcentage de saturation et en mg /l (ppm) à la pression atmosphérique. Lecture par affichage digital.

- **Transparence** : pour évaluer ce paramètre, nous avons utilisé la méthode de Secchi: Un disque blanc en fonte émaillée de 200 mm de diamètre est fixé sur une corde. On laisse descendre le disque et on note à quelle profondeur le disque disparaît (fig. 8). L'expression de la transparence est donnée en mètres de Secchi.

Les dosages réalisées au laboratoire après prélèvement d'échantillons d'eau de Oued Khrouf sont : les nitrates, nitrites, ammonium, phosphore minéral dissous, silicates, détermination des matières en suspension (M.E.S.) et la chlorophylle a.

Dans notre étude, le dosage des sels nutritifs s'est fait par colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée « Auto-Analyzer SAN PLUS » selon les protocoles définis par le fabricant.

Le fonctionnement de l'appareil repose sur un principe dynamique simple, celui de l'analyse liquide en flux continu :

Une veine liquide progresse, par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique, en continu, ce qui autorise une polyvalence et une grande souplesse. Les réactions chimiques s'effectuent dans cette veine en progression.



Figure 7: Mesure des paramètres physico-chimiques à Oued Khrouf



Figure 8 : Mesure de la transparence à Oued Khrouf (W.El Oued)

- **Dosage de l'ammonium** : Le dosage de l'ammonium (NH_4^+) est réalisé suivant la méthode de Koroleff (1969) *in* (Aminot et Chaussepied, 1983). En milieu alcalin ($8 < \text{pH} < 11,5$), l'ammonium dissous réagit sur l'hypochlorite pour former une monochloramine. Ce composé, en présence de phénol et d'un excès d'hypochlorite (milieu oxydant) donne lieu à la formation d'un bleu d'indophénol. La réaction est catalysée par le nitroprussiate de sodium. Le maximum d'absorption se fait à une longueur d'onde de 630 nm.
- **Dosage des nitrites** : Les nitrites (NO_2^-) forment un diazoïque par action avec la sulfanilamide en milieu acide $\text{pH} < 2$. Ce composé formera ensuite en présence de N-naphtylethylénediamine un composé azoïque de couleur rose absorbant la lumière à 540 nm (Benschneider et Robinson, 1952).
- **Dosage des nitrates** : La méthode est basée sur la réduction des nitrates (NO_3^-) en nitrites (NO_2^-) par passage de l'échantillon sur une colonne de cadmium traité au cuivre (Wood *et al.*, 1967). Les nitrites (en réalité $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ réduits) seront ensuite dosés par colorimétrie selon la méthode précédemment décrite. Il suffira alors d'en déduire la concentration des nitrites déterminés directement (sans passage de l'échantillon sur la colonne réductrice) pour trouver les concentration des nitrates (Rodier *et al.*, 1996).
- **Dosage des orthophosphates** : En présence d'antimoine tartrate de potassium à une température de 40°C (Bain-Marie), les ions orthophosphates (PO_4^{3-}) réagissent avec le molybdate d'ammonium pour former un complexe antimoine phosphomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique (Murphy et Riley, 1962). Cette forme réduite de coloration bleue a un maximum d'absorption à 880 nm.
- **Dosage du silicium dissous** : Le silicium dissous (représenté dans l'eau par 95% sous forme d'acide orthosilicique $\text{Si}(\text{OH})_4$, (Aminot et Chaussepied, 1983) réagit avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour former un complexe silicomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique en un composé coloré en bleu absorbant à 810 nm (Mullin et Riley, 1955). On ajoute l'acide oxalique pour éviter les interférences des phosphates.
- **Dosage de la Chlorophylle a** : La détermination de la chlorophylle a nous permet d'estimer la biomasse phytoplanctonique. La chlorophylle a est déterminée à partir d'un volume filtré sur des filtres Whatman GF/C de 0.45 μm immédiatement après le

retour du terrain. Les filtres mis dans des tubes sont placés au congélateur et à l'abri de la lumière, ils seront traités à l'acétone 90 %, déchetés puis centrifugés quelques heures plus tard à 3500 tours / minutes pendant 15 minutes. La lecture se fait au spectrophotomètre aux longueurs d'ondes 668 nm et 750 nm. A665 nm, la densité optique correspond au maximum d'absorption dans le rouge et à 750 nm, elle est liée à la turbidité de l'échantillon.

Le calcul des concentrations de la chlorophylle a active est fait à partir de l'équation de Lorenzen (CNEXO, 1983), c'est la méthode monochromatique.

$$\text{Chl a (mg/m}^3\text{)} = (27.7 (A 665 \text{ na} - A 665 \text{ a}) * v) / V * 1$$

Avec :

V : volume du solvant en ml (acétone)

V : volume d'eau filtré en litre

l : longueur du trajet optique de la cuve à mesurer

A 665 na : densité optique corrigée de la turbidité avant acidification

A 665 a : densité optique corrigée de la turbidité après acidification

- **Matières en suspension (M.E.S.)** : La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La seconde méthode est essentiellement recommandée lorsque les M.E.S. sont trop abondantes et que la filtration est trop lente. Il convient d'effectuer la détermination des M.E.S le plus rapidement après prélèvement, toujours bien homogénéisé. Les matières en suspension sont séparées de l'échantillon liquide puis pesées après séchage.

Mesure : Les matières en suspension totales sont recueillies sur des filtres millipores (entre 0.45 u et 0.9 u) de porosité en filtrant un volume d'eau connu à l'aide d'un système de filtration doté d'une pompe à vide. Les filtres sont séchés dans une étuve réglée à 105° C pendant une heure puis pesés à l'aide d'une balance électronique. Le poids sec des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

Expression des résultats : la teneur des M.E.S est donnée par l'équation suivante :

$$\text{M.E.S (mg/l)} = (p1 - p0) * 1000 / V$$

P1 : poids du filtre après filtration (mg/l)

P0 : poids du filtre vierge

V : volume d'eau filtré (l).

3.2. Résultats et discussion

Chaque paramètre mesuré est une formation permettant d'évaluer l'état du milieu, sa qualité, son degré de pollution, la possibilité de pratiquer tel ou tel usage,....

Les valeurs obtenues pour l'analyse des paramètres physico-chimiques sont répertoriées dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques mesurés de Oued Khrouf

	Station Oued Khrouf
date	26 /03 /2009
Heure	08H : 22min
T (° C) air	17
T (° C) eau	18
pH	5,56
Conductivité (µS /cm)	22,7
Salinité (‰)	13,6
% saturation en Oxygène	176.31
Transparence (m)	0,5
Nitrites (mg / l)	0,094
Nitrates (mg / l)	12,42
Ammonium (mg / l)	0,28
Phosphate (mg / l)	0,032
Silicate (mg / l)	11,73
Chl. a (mg / m ³)	7.55
M.E.S. (mg / l)	29.6

- **Température de l'eau :**

Tilapia zilli est un poisson d'eau saumâtre eurytherme, de ce fait, il supporte de manière remarquable les fortes fluctuations thermiques, la valeur obtenue au niveau de notre site est de **18° C** à 8h du matin, cette valeur reste dans la plage des valeurs généralement observées dans ces régions arides du Sud Algérien, qui sont caractérisées par une forte baisse de température atmosphérique la nuit et d'une élévation progressive au court de la journée. Notons aussi que la température de l'eau est étroitement liée à celle de l'air.

- **Potentiel d'hydrogène :**

avec un pH enregistré de **5,56** on peut, grâce à la classification proposée par Nisbet & Vernaux (1970) (annexe 1), dire que Oued Khrouf appartient à la classe 2, c'est à dire caractérisé par une eau moyennement acide, acidité probablement due au substrat recouvrant le lit d'oued.

- **Conductivité :**

La valeur enregistrée est de **22,7 $\mu\text{S/cm}$** . Elle correspond selon la classification de Nisbet & Vernaux (1970) (annexes 1) à la classe 1; qui témoigne d'une minéralisation extrêmement faible (eau peu minéralisée). Selon eux, les valeurs comprises de 25 à 50 $\mu\text{S/cm}$ caractérisent les sources et les ruisseaux mais aussi les zones à substrat acide ou à sous-sol siliceux comme c'est le cas pour Oued Khrouf.

- **Salinité :**

La valeur enregistrée est égale à **13,6 mg/l**; *T. zillii* est une espèce euryhaline, ceci est dû à son épithélium branchial qui est le site majeur de transfert de sels. Cette espèce vit habituellement en eau douce, se reproduit par exemple dans le lac Quarun en Egypte, dont la salinité varie de 10 à 26 ‰, et peut survivre dans les eaux atteignant une salinité de 44 ‰. (Leveque et Didier, 1999).

- **Oxygène dissous :**

Le pourcentage de saturation est égal à **176,31 %**, c'est une valeur assez élevée puisque la mesure est faite le matin. D'après la classification de Nisbet & Vernaux (1970) (annexes 1), l'eau a une bonne oxygénation.

- **Transparence :**

Lorsqu'on détermine la turbidité, on s'intéresse implicitement à la dispersion et l'absorption de lumière (Aminot et Kérouel, 2004). La valeur obtenue est de **0,5 m**, cela traduit la faible transparence de cette eau, due essentiellement à la forte agitation du milieu, engendrant une grande remise en suspension.

- **Azote nitreux (NO_2) :**

La valeur enregistrée est de **0,094 mg/l**, grâce à la classification de Nisbet & Vernaux (1970) (annexe 2); elle correspond à la classe 2 caractérisée par une pollution insidieuse et une perturbation de cycle de l'azote.

- **Azote nitrique (NO_3) :**

La valeur enregistrée est de **12,42 mg/l**, correspondant à la classe 5 de la classification de Nisbet & Vernaux.

Nisbet & Vernaux (annexe 3) classent cette valeur comme une eau non polluée affirmant que le taux des nitrates est très variable selon la saison et l'origine des eaux; il peut varier de 1 à 15 mg/l qui est tout à fait normal.

- **Ammonium (NH_4^+) :**

La valeur trouvée est de **0,28 mg /l**, correspondant à la classe 1 de la classification de Nisbet & Vernaux (annexe 4) caractérisée par une eau normale mais un peu douteuse surtout lorsque le processus auto-épurateur ne s'effectue pas d'une façon régulière.

- **Phosphore minéral dissous :**

Le dosage de cet élément révèle une concentration de **0,032 mg /l**, correspond à la classe 1 de la classification de NISBET et VERNAUX (annexe 5) caractérisée par une eau très peu productive. Les valeurs au-delà de 0,3 mg/l pour les eaux courantes révèlent un caractère marqué d'eutrophisation ou de pollutions par détergents et des déversements nuisibles.

- **Silicates :**

La valeur dosée est de **11,73 mg /l**, c'est une valeur très élevée. Cela peut être expliqué par la présence de Diatomées dans le milieu et la dégradation de leurs frustule qui est composé de silice.

- **Chlorophylle a :**

La valeur que nous avons trouvée est très élevée ($7,7 \text{ mg/m}^3$), cela peut s'expliquer par un bloom phytoplanctonique dans le milieu, en effet, ceci est confirmé par la sursaturation en oxygène.

- **Matières en suspension (MES) :**

La valeur obtenue est égale à 29,6 mg/l, correspond à la classification de NISBET & VERNAUX (annexe 6) à la classe 3 caractérisé par une productivité piscicole bonne.

4. Hydrobiologie

Le zooplancton constitue l'ensemble des animaux microscopiques vivant en pleine eau, il représente le deuxième maillon de la chaîne trophique et participe, en raison de son activité alimentaire, à la régulation du stock d'algues.

- **Matériel et méthodes de prélèvement :**

Nous avons utilisé un filet à zooplancton de 30 cm de diamètre et de 105 µm de vide de maille, muni d'un collecteur à son extrémité permettant ainsi de recueillir le zooplancton (Fig.9)

Conservation et traitement :

Les échantillons sont fixés au formol à 5 %, puis traités au laboratoire sous loupe binoculaire. La détermination des espèces se fait à l'aide d'un microscope photonique. Des ouvrages de détermination spécialisés appelés : clés de détermination sont utilisés pour l'identification des espèces. Les plus usuels sont ceux d'Amoros (1984) et Dussart (1967 et 1969).

Le prélèvement des macroinvertébrés benthiques s'effectue à l'aide d'un filet surber de 300 µm de vide de maille en le posant face au courant et en remuant le substrat avec le pied. Le contenu du filet est ensuite débarrassé de sable et autres débris végétaux puis filtré sur un tamis de 300 µm. Le contenu du tamis est mis dans des flacons étiquetés contenant du formol à 5 % (Zouakh, 1995). Le tri et la détermination se font par la suite au laboratoire à l'aide de loupe binoculaires et d'ouvrages d'identification des macroinvertébrés d'eau douce.

Aucun taxon du zooplancton n'a pu être retrouvé, ceci serait vraisemblablement à la mauvaise conservation de celui-ci (formol trop dilué).

Les seuls groupes zoologiques retrouvés à Oued Khrouf sont représentés par les insectes et les mollusques. Les insectes sont essentiellement des Diptères appartenant à la famille des Chironomidae récoltés au stade nymphal (fig. 10).

Les mollusques gastéropodes appartiennent à la famille des Thiaridae, l'espèce identifiée étant : *Melania tuberculata* (fig. 11) qui est présente dans la majeure partie de l'Afrique, à l'exception des bassins du Niger et du Congo. Cette espèce est également présente dans la péninsule arabe et en Asie (Leveque, 1981).

Systematique :

Embranchement : mollusques

Classe : Gastéropodes

Ordre : Mesogastéropodes

Famille : Thiaridae

Genre : *Melania*

Espèce : *Melania tuberculata*



Figure 9 : Prélèvement du zooplancton à Oued Khrouf



Figure 10 : Larves de diptères (Fam : Chironomidae)



Figure 11 : *Melania tuberculata*

5. Végétation

Le Sahara est caractérisé par des conditions édapho-climatiques très contraignantes pour la survie spontanée des êtres vivants. Néanmoins, cet écosystème reste un milieu vivant caractérisé par un couvert végétal très diversifié constituant les différents parcours des camelins sahariens (Chehema et *al.*, 2005). La flore saharienne apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre. En revanche, on peut dire que le nombre de genres est relativement élevé, car il est fréquent qu'un genre soit représenté par une seule espèce.

Selon (Ozenda, 1997), le mode d'adaptation à la sécheresse des plantes sahariennes permet de différencier deux catégories de plantes :

- *Les plantes éphémères*, appelés encore achebs, qui n'apparaissent qu'après la période des pluies et effectuent tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché.
- *Les plantes permanentes ou vivaces*, où l'adaptation met ici en jeu, à côté de phénomènes physiologiques encore mal connus, un ensemble d'adaptation morphologiques et anatomiques qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et une réduction de la surface évaporante. Ce type de végétation est constamment présent et est moins sujet aux variations saisonnières ; il constitue les seuls parcours camelins toujours disponibles même en été.

La végétation de la berge de Oued Khrouf se compose essentiellement de roseaux (*Phragmites communis*) et dominée par une Chénopodiacée identifiée comme étant *Salicornia salicornia* (fig. 12).

Selon les travaux de Chehema et *al.* (2005) qui ont réalisé une étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du sud-est algérien, la famille des Chénopodiacées représente plus de la moitié des espèces inventoriées, avec un taux respectifs de 12,16 %. L'étude quantitative de la richesse floristique a montré que les lits d'oued sont les plus riches et les plus diversifiés, avec 52 espèces sur un total recensé de 74 espèces.



Figure 12 : *Salicornia salicornia*

6. Granulométrie

Une étude granulométrique du substrat de l'Oued a été engagée afin de mieux cerner les particularités morphoédaphiques du site. Cette étude comporte plusieurs étapes :

6.1. Prélèvement des échantillons:

Nous avons prélevé deux échantillons du substrat de Oued Khrouf dans les deux types de faciès : lotique (eaux courantes) et lentique (eaux dormantes).

6.2. Séchage des échantillons

L'analyse granulométrique est appliquée aux échantillons secs et non décalcifiés car se sont des sédiments quartzeux (Barusseau, 1917, *in* Degiovani, 1973).

6.3. Tamisage et pesée des échantillons

La réalisation de la granulométrie est un processus simple:

- Il s'agit d'agiter au moyen d'une colonne vibrante durant 10 à 15 minutes une certaine quantité de sédiment dans une colonne de tamis de maille décroissante de haut en bas : 2000, 1000, 800, 630, 500, 315, 250, 160, 125 et 100 μm . (fig. 13)
- La colonne de tamis utilisée dont les dimensions de maillage sont de type AFNOR, est composée de 11 tamis.
- Les échantillons sont mis dans des boîtes de pétri dans une étuve à 80° C pendant 24 h.
- Le poids à tamiser : la plupart des auteurs recommandent le tamisage d'un poids de 50 g ou de 100 g de sédiment, quantités qu'ils considèrent comme suffisante pour une analyse. De plus, ce poids éviterait le colmatage trop rapide des tamis et évite toute manifestation de quartage, et de ce fait, réduire les risques d'erreur.
- Les fractions du sédiment correspondant à chaque refus de tamis sont pesées à l'aide d'une balance électronique.
- Le travail doit être fait sur une pailleuse bien nettoyée pour éviter toute perte de grains et en conséquence un risque d'erreur dans les résultats.
- Le refus de chaque tamis est pesé puis transformé en pourcentage cumulé, les résultats de ces analyses sont présentés sous forme de courbes cumulatives (fig. 14) réalisées sur papier semi-logarithmique à l'aide d'un programme informatique (Excel).

En abscisse logarithmique, le diamètre des différentes fractions du sédiment et en ordonnée, selon une échelle des probabilités, les pourcentages cumulés inférieurs à une taille donnée (*in* Hamdouni et Hammamouche, 2008).

La médiane Q50 : C'est la valeur de l'abscisse relative à l'ordonnée 50 % d'une courbe cumulative semi-logarithmique. Elle permet de définir le type dimensionnel du sédiment de chaque station à partir d'une échelle de classification des sédiments, selon Larssonneur (1997), les différentes subdivisions de la fraction sableuse sont les suivantes :

- sable grossier (2 à 1 mm) ;
- sable moyen (1 à 0.5 mm) ;
- sable fin (0.5 à 0.2 mm) ;
- sablon (0.2 à 0.08 mm) ;
- sablon fin (0.08 à 0.04 mm).



Figure 13 : Tamisage des échantillons

6.4. Résultats

La figure 14 montre que sur les deux cotés où les prélèvements ont été effectués, la valeur de la médiane est égale à 0.08 et 0.09 mm, cela signifie que le substrat de Oued Khrouf est du **sablon fin**.

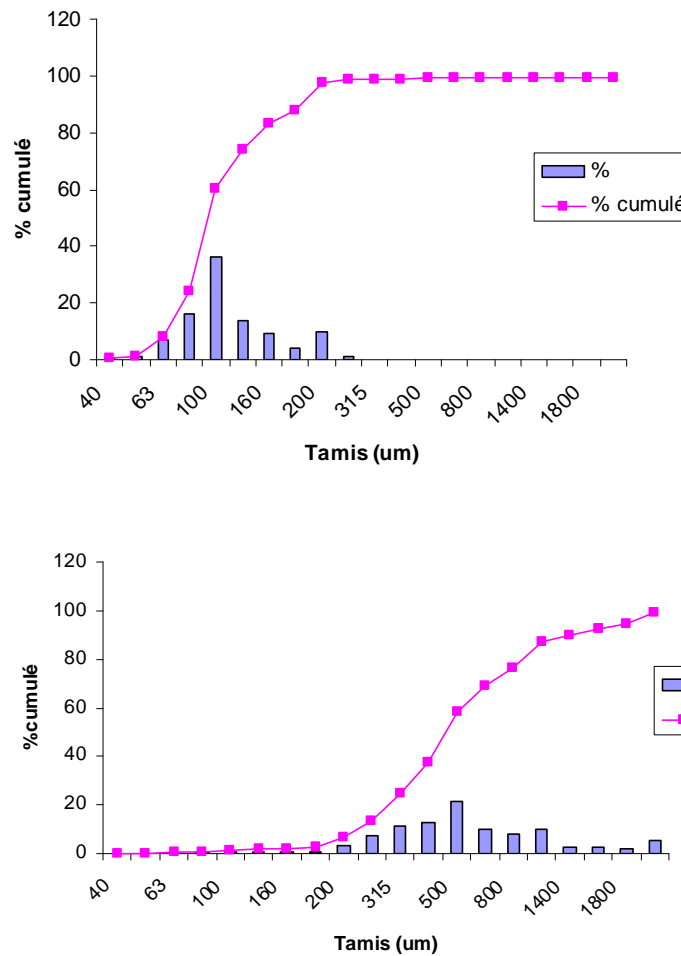


Figure 14: Aspect général de courbe cumulative des faciès lotique et lentique de Oued Khrouf

7. Conclusion

- Du point de vue climatologique, la région de Djemâa se situe dans l'étage bioclimatique saharien caractérisé par un climat sec.
- L'étude de la qualité de l'eau de Oued Khrouf a montré que ce cours d'eau se caractérise par une eau peu polluée malgré les déversements des eaux usées de la ville de Djemâa et Touggourt, le processus d'auto-épuration des eaux serait donc actif.
- L'étude de la faune et la flore de l'Oued nous permettent de différencier quelques invertébrés et une espèce floristique dominante, cela signifie une dénote une faible biodiversité du milieu.
- L'analyse granulométrique révèle que le substrat de l'Oued est du sablon fin.

- Enfin, nous pouvons avancer que *Tilapia zillii* est une espèce qui n'a pas de grandes exigences écologiques au vu des conditions extrêmes qui caractérisent le milieu et que cette espèce est bien adaptée à ces conditions.

BIOECOLOGIE DE Tilapia zillii

Bioécologie de *Tilapia zillii*

1. Description de l'espèce

Corps allongé, fortement comprimé latéralement (fig.15). Il n'y a que 8 à 9 branchiospines à la base du premier arc branchial. Il ya 18 écailles percées à la ligne latérale supérieure et 14 à l'inférieure (Taylor et *al.*, 1986).

Coloration générale vert-olive à gris argent avec sur les flancs des reflets vert, bleu, jaune ou orange. 6 à 7 bandes sombres verticales non divisées sont visibles lorsque le poisson est excité. La tête et les opercules sont vert-bronze (Le Berre, 1989). L'opercule porte un ocelle noir au coin supérieur.

Les nageoires sont colorées en jaune ou brun. La dorsale porte la tache tilapienne noire à la base des premiers rayons mous. Les nageoires impaires sont marquées de taches rouges ou jaunes et bordées d'un liseré orange (sauf la caudale). L'extrémité des nageoires impaires est sombre.

En période de reproduction, les bandes sombres des flancs sont bien visibles sur le fond vert-olive, la gorge et le ventre sont rose ou rouge vif, là tête est bleu tacheté de vert. Les femelles ont une coloration moins intense que celle des mâles et présentent deux taches laiteuses à la base de la dorsale (Loiselle, 1997 *in* Le Berre, 1989).

T. zillii peut atteindre 280 à 285 mm de longueur standard et un poids de 1060 à 1070 g. Les mâles sont en règle générale plus grands que les femelles. (Daget et Durand ,1981).

1.1. Systématique

Embranchement :	Vertebrata
Super classe :	Pisces
Classe :	Osteichthyens
Ordre :	Percidea
Famille :	Cichlidae
Genre :	<i>Tilapia</i>
Espèce :	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais 1848)

1.2. Distribution géographique

Pour l'Afrique du Nord, la zone de répartition de *Tilapia zillii* est limitée au Nord par l'Atlas saharien, au Sud par les bassins du Niger et du lac Tchad, à l'Est par le bassin du Nil (Pellegrin, 1921; Le Berre, 1989). *T. zillii* est localisé dans les zones suivantes :

- Algérie : Zibans (Biskra, Oumache, Tolga) ; Oued Righ et Oued Khrouf (Djamaa, Touggourt) ; Mouydir (Arak) ; Tassili Ajjer (Ifedil, Iherir)
- Tunisie : Sud
- Maroc : région de l'oued Draa au sud du Maroc.
- Tchad: Ennedi (Archei, Yezei); Tibesti (Totous).



Figure 15 : Morphologie générale du *Tilapia zillii*, de Oued Khrouf



Figure16 : Specimen de *Hemichromis sp.* pêché à Aïn Zargua.

1.3. Biologie et reproduction

La saison de frai commence lorsque la température de l'eau atteint 20° C. Dans des conditions optimales, les espèces peuvent se reproduire tout au long de l'année.

T.zillii est un pondeur sur substrat ; l'ovulation est accompagnée par la production d'une substance collante (probablement mucopolysaccharidique) déposée sur des filaments et permettent aux œufs d'adhérer entre eux et au substrat. Les larves se développent étroitement liées au substrat (Leveque et *al.* 1981).

Tilapia zillii vit dans des eaux aux caractéristiques très variables. Les mâles délimitent des territoires qu'ils défendent vis-à-vis des intrus par des comportements de menace frontale. Le territoire servira à l'accouplement et à la ponte. C'est une excavation circulaire de 80

cm de diamètre et de 25 cm de profondeur moyenne creusée dans le sable et limitée par le talus constitué par les déblais rejetés à la périphérie. Les territoires sont occupés par un mâle adulte ou par un couple. D'après Loiselle, les territoires du centre de la colonie sont moins soumis à la pression des prédateurs que ceux de la périphérie.

La maturité sexuelle est marquée par l'apparition de la coloration ventrale rose et par l'extrusion des tubes génitaux chez les deux sexes et peuvent atteindre chez cette espèce 6 cm (Dadzie et Wangila, 1980). Les œufs sont pondus sur support solide (végétal ou minéral) ou directement au fond de la cavité. La ponte et la fécondation durent 1h 30 mn à 2h et se situent en général le matin de bonne heure. Les œufs, vert olive, ovoïdes (1.6 à 2mm), sont fixés sur le support en une seule couche. L'ensemble comprend de 3 500 à 5000 œufs. A 25 °C, l'incubation dure 48h. Les deux parents se relaient pour ventiler les œufs, puis les alevins pendant les quatre premiers jours de leur vie. Par la suite, les parents continuent à surveiller les alevins à tour de rôle, les ramenant au nid lorsqu'ils s'éloignent trop. Une nouvelle ponte peut intervenir 30 jours après la première.

C'est une espèce démersale adaptée aux eaux douce et saumâtre. *Tilapia zillii* est l'espèce de *Tilapia* la plus tolérante à la salinité. (36-45 ‰) (El-Sayed 2006).

En raison de sa grande taille et de sa rusticité, *Tilapia zillii* est une espèce omnivore qui fait l'objet d'un élevage en pisciculture extensive et intensive en Egypte et en Afrique tropicale.

Son régime est à base de larves d'insectes, zooplancton, algues du substratum, petits crustacés et mollusques, œufs et petits poissons voire débris végétaux (Leveque et Paugy, 1999). Cependant, sa vitesse de croissance est assez lente contrairement aux autres espèces proches comme *T. dageti*.

Dans un plan d'eau, *T. zillii* est connue pour être un grand compétiteur pour la nourriture (Malcom et al., 2000) et peut devenir dominante vis-à-vis d'autres *Tilapias* (Le Berre, 1989).

Tilapia zillii est pêché et consommé dans l'Oued Righ dans la région de Touggourt depuis fort longtemps. Les observations de Pellegrin à ce sujet datent de 1917 (*in* Hadjadji et Toumi, 2003).

2. Etude du régime alimentaire

La quantité de nourriture assimilée par le poisson compense l'énergie dépensée pour ses déplacements, sa croissance et pour l'élaboration de ses produits génitaux. Selon les espèces et selon les classes d'âge d'une même espèce, les aliments peuvent varier en qualité et en quantité. L'établissement du régime alimentaire des poissons nécessite une analyse de leurs contenus stomacaux.

2.1. Pêche des échantillons de poissons

La pêche des poissons a été faite à la ligne et au filet maillant, le matériel utilisé :

- canne télescopique de 4 m de longueur
- ligne 40/100^{ème} monofilament,
- montures plombées avec hameçons de tailles variables : 4, 5 et 6
- appâts : crickets capturés sur place.
- filet maillant de 55 mm de maille;

Tilapia zillii a été pêché lors des deux campagnes (26/03/2009 et 24/04/2009) à la canne à pêche (Fig.17) et à l'aide d'un filet maillant dans son milieu naturel (Oued Khrouf). La pêche à la canne s'est avérée infructueuse à l'étang de Aïn Zarga où l'on a pu attraper un seul spécimen d'un autre genre de *Tilapia* identifié comme étant le genre *Hemichromis* (Fig.16). La collecte de *Tilapia* est donc aléatoire.



FIGURE 17 : Pêche de *T.zillii* à la canne. (W. El Oued)

Les poissons capturés sont immédiatement placés dans des jerricanes en plastique d'un volume de 50 litres, remplis à moitié d'eau, puis transférés dans des bacs en polystyrène équipés de pompe à air fonctionnant avec des piles.

Les poissons morts sont immédiatement disséqués afin d'étudier sur place leur régime alimentaire.

Le lendemain, les poissons vivants sont transportés par route au laboratoire d'aquaculture de l'ESSMAL (environ 800 km). A cet effet, nous avons utilisé des blocs de congélation pour réduire la température de l'eau. Le renouvellement de l'eau est indispensable pendant toute la durée du voyage (12 h) à une température atmosphérique élevée (40° C). A l'arrivée au laboratoire, les poissons sont immédiatement placés dans des aquariums avec une eau fortement aérée à salinité identique au milieu naturel (12 ‰).

2.2. Méthode d'analyse des contenus stomacaux

- Après leur capture, les poissons destinés à l'étude du régime alimentaire sont disséqués. Immédiatement, les tractus digestifs sont conservés dans des piluliers contenant une solution formolée à 5 % pour arrêter les processus de la digestion. Il est à éviter la fixation du poisson en entier puisque cela implique éventuellement une régurgitation des aliments ingérés (Burdyeron et Buisson *in* Benabid, 1990).
- Au laboratoire, les contenus des tractus digestifs de **70** poissons ont été examinés sous loupe binoculaire.
- L'estomac est ouvert par une incision longitudinale à l'aide d'une lame de bistouri, dans une boîte de pétri puis vidé de son contenu par lavage à l'eau courante à l'aide d'une pince fine.
- Le contenu stomacal est traité pour une observation à la loupe binoculaire puis au microscope optique.

2.3. Résultats et discussion :

Etude qualitative : l'étude qualitative a pour objet de déterminer les proies présentes dans les contenus stomacaux de *Tilapia zillii*. Les résultats de cette étude sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Répertoire des proies identifiées dans les contenus stomacaux de *Tilapia zillii*

	Composante animale	Composante végétale
Les proies ingérées par <i>T. zillii</i>	- fragments de coquilles de mollusques gastéropodes	- algues filamenteuses - débris végétaux - graines

L'étude qualitative permet de donner une idée sur le type de régime alimentaire relatif à notre espèce:

- La nourriture du *T. zillii* de Oued Khrouf est constituée par une composante animale et une composante végétale.
- La composante animale n'est pas très diversifiée, elle ne comprend que des mollusques gastéropodes. Cela ne peut être expliqué que par la pauvreté de notre milieu en zooplancton.
- Par contre, la composante végétale est la plus dominante et la plus riche; elle est constituée par des algues filamenteuses, débris végétaux (fragments de feuilles), des phragmites et d'un énorme groupe phytoplanctonique représenté par la figure 18.
- La richesse de notre milieu en Diatomées peut engendrer une eutrophisation du milieu par la dégradation du frustule qui favorise l'augmentation du taux de silice.
- En résumé, *Tilapia zillii* de Oued Khrouf se nourrit de proies animales et de proies végétales. C'est donc un poisson omnivore mais beaucoup plus phytoplanctonophage.



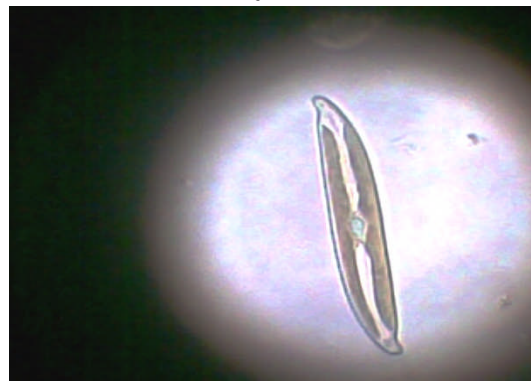
Nitzschia closterium



Nitzschia



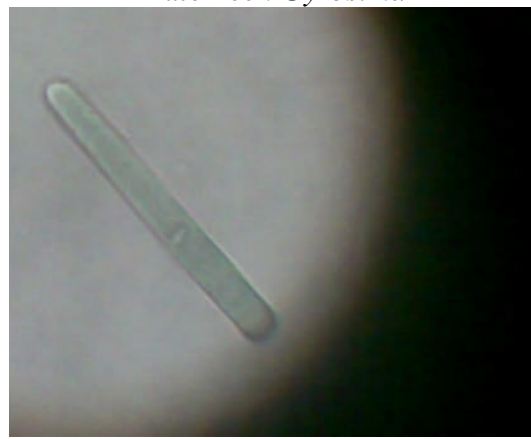
Navicula



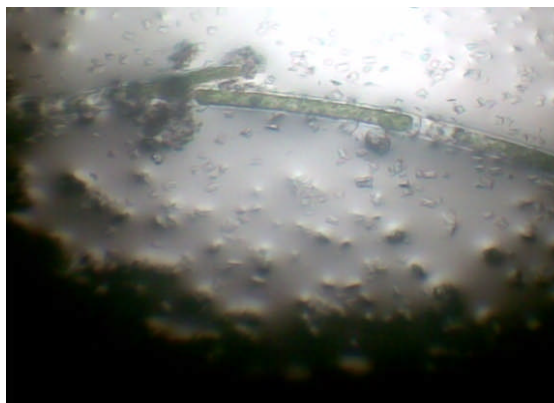
Diatomée : *Gyrosima*



Thalassiosira



Frustule de *Closterium*



Chlorophycées



Diatomées : *Navicula*

Figure 18 : Les différents taxa phytoplanctoniques retrouvés dans les contenus stomacaux de *T. zillii*

3. Etude de l'âge et de la croissance de *Tilapia zillii*

3.1 Mensuration et pesée (fig. 19) :

- *Mesure de la taille* : La longueur du poisson est le paramètre métrique nécessaire à l'étude de la croissance en taille. Sa mesure est d'un usage facile. Le poisson à mesurer est disposé à plat sur un flanc, le museau contre la butée d'une règle graduée au millimètre (ichtyomètre). Au cours de notre étude, la longueur adoptée est la longueur totale. Celle-ci, d'après Calender et Smith (1945 in Bouhireb et Oukhemamou, 2006), elle varie moins avec l'observateur. Elle représente la longueur du poisson de la pointe du museau jusqu'à l'extrémité du lobe inférieur de la nageoire caudale.
- *Pesée* : Parallèlement à la mesure de la longueur, la masse du poisson a été déterminée à l'aide d'une balance à affichage électronique de terrain de 1 g de précision. Les pesées ont porté sur le poids total.



Figure 19 : Mensuration et pesée de *Tilapia zillii*

3.2. La clé âge longueur :

La détermination de l'âge des poissons est un des plus importants éléments pour l'étude de la dynamique de leurs populations. Elle constitue la base des calculs menant à la connaissance de la croissance, de la mortalité, du recrutement et autres paramètres fondamentaux de leurs populations.

De nombreuses méthodes directes et indirectes permettent la connaissance de l'âge, qui est indispensable. Les méthodes indirectes font appel, à une estimation mathématique (statistique) de l'âge, alors que les méthodes directes se basent sur la lecture des marques de ralentissement de croissance, existant au niveau des pièces anatomiques, tel que les écailles et les otolithes.

3.2.1. Matériels et méthodes :

L'échantillon du *Tilapia zillii* provenant de Oued Khrouf (mars, avril 2009) présentent 310 individus de taille comprise entre 6 et 22 cm, regroupés en classes de tailles avec un pas de 1 cm (tableau 4, figure 20).

Tableau 4- Distribution des fréquences de tailles de *Tilapia zillii* de Oued Khrouf

Cc (cm)	Nt
6	5
7	1
8	7
9	11
10	28
11	65
12	54
13	50
14	36
15	28
16	12
17	4
18	5
19	1
20	1
21	1
22	1

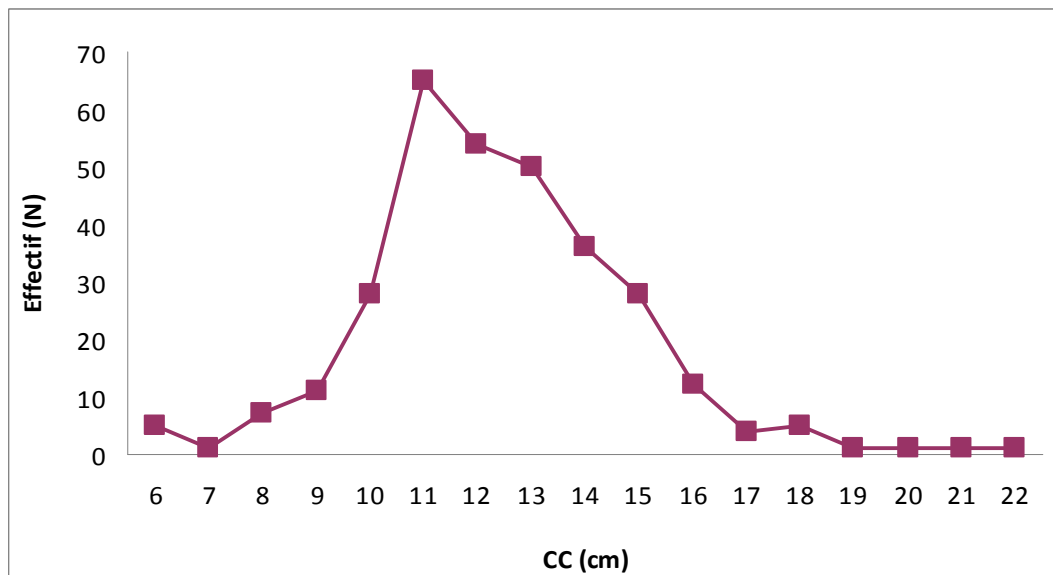


Figure 20: Polygone de la distribution des fréquences de tailles de *Tilapia zillii* de la région de Djemâa.

Pour la détermination de l'âge du stock de *Tilapia zillii* de Oued Khrouf, nous avons utilisé la méthode de Bhattacharya (1967 in FISAT II version 1.2.0 Gayanilo et al., 2005) .

Cette méthode se base sur les distributions de fréquences de tailles. On regroupe les données de fréquences en classes de tailles d'égale amplitude « h » et de point milieu « X ». On construit un graphique portant en ordonnée, pour chaque abscisse X, la quantité:

$$\Delta \text{Log } Z = \log Z(x+h) - \log Z(x)$$

$Z(x+h)$ et $Z(x)$ étant les effectifs de classe de point milieu « X + h » et « X ».

Sur le graphe, on recherche des points de droite à pente négative. Le nombre de droites obtenu, correspond au nombre de composantes autrement dites aux âges. Les moyennes de ces composantes, c'est à dire les tailles moyennes des différents âges, sont ensuite estimés par la formule suivante :

$$L_{\text{moy}} = \lambda + (h/2)$$

Avec :

h : intervalle de classe (amplitude) ;

λ : abscisse du point d'intersection de chaque composante avec l'axe des abscisses ; et

L_{moy} : taille moyenne de la composante (groupe d'âge).

Calcul de précision (P) :

Selon Sparre et Venema (1996), dans le cas d'un stock de poissons dans le milieu marin il est impossible de mesurer la valeur réelle de quelques paramètres que ce soit les tailles moyennes des âges (L_{moy}). Nous ne nous occuperons que de la fidélité de l'estimation de la taille moyenne, c'est-à-dire de l'écart probable (la précision P) entre l'estimation et la moyenne réelle. On exprime l'incertitude autour de la moyenne réelle par les limites de confiance. Les limites de confiance inférieures et supérieures sont respectivement obtenues au moyen des expressions suivantes : $L_{\text{moy}} - P$ et $L_{\text{moy}} + P$.

$$P = (t^* \text{ s.d.}) / \sqrt{N}$$

Avec : **s.d** : écart type ; **N** : effectifs, **t** = 1.96 pour **α** = 5%.

3.2.2. Résultats et discussion :

L'analyse du tableau 5 et la figure 21 montre que la population de *Tilapia zillii* est composée de quatre cohortes correspondant aux âges de 5.5 , 11.45 , 14.17 et 18.21 cm .

Tableau 5- Clé âge longueur de *Tilapia zillii* de la région de Djemâa (FISAT II, Gayanilo et al., 2005)

Age (an)	Intervalle de confiance de la taille (cm) (pour $\alpha = 5\%$)	Ni	s.d.	S.I.
1	5.5 ± 0.63	6	0.79	n.a.
2	$11.45 \pm 0,21$	158	1.34	5.59
3	14.17 ± 0.24	126	1.36	2.02
4	18.21 ± 0.27	10	0.43	4.51

Ni : effectif de la cohorte ; s.d. écart type ; S.I. : indice de séparation qui doit être > 2 .

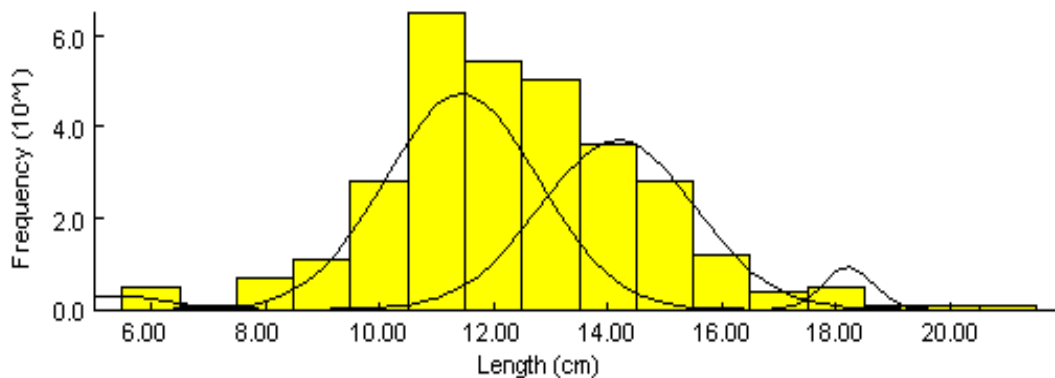


Figure 21 : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Tilapia zillii* sexes confondus par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II, Gayanilo et al., 2005).

3.3. Croissance :

La croissance joue un rôle principal dans la modélisation des stocks halieutiques ; elle représente un indice très apparent concernant l'évolution d'un organisme vivant (poisson).

Pauly (1997) définit la croissance comme étant un changement de poids, avec le temps qui est le résultat net de deux processus opposés : l'un augmente le poids du corps (anabolisme), l'autre tendant à le diminuer (catabolisme).

L'étude de la croissance est d'une importance majeure, elle permet d'avoir une idée sur l'intégration de l'espèce dans son milieu. Son estimation est étroitement liée à la connaissance de la taille, de la masse et de l'âge (Kraiem, 1980).

3.3.1. Croissance linéaire :

3.3.1.1. Matériels et méthodes :

La clé âge longueur (tableau 5) obtenue par la méthode de Bhattacharya est une donnée d'entrée pour la détermination des paramètres de croissance linéaire.

Les paramètres de croissance ont été estimés par le logiciel FISAT II version 1.2.0 (Gayanilo et al., 2005) :

$$L_t = L_{\infty} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Avec :

L_∞ : la longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la taille moyenne qu'atteindrait un poisson qui pourrait vivre et grandir indéfiniment ;

K : le coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le poisson croît vers la longueur asymptotique ; et

t₀ : l'âge théorique pour lequel le poisson a une longueur nulle.

3.3.1.2. Résultats et discussion :

Le tableau 6 récapitule les paramètres de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) calculés à partir de la clé âge longueurs par le FISAT II et illustrées dans la figure 22.

Tableau 6 : Paramètres de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) de *Tilapia zillii* de Oued Khrouf de la région de Djamaa.

Espèce	Paramètres		
	L _∞ (cm)	K / an	t ₀ (an)
<i>Tilapia zillii</i>	30.56	0.22	0

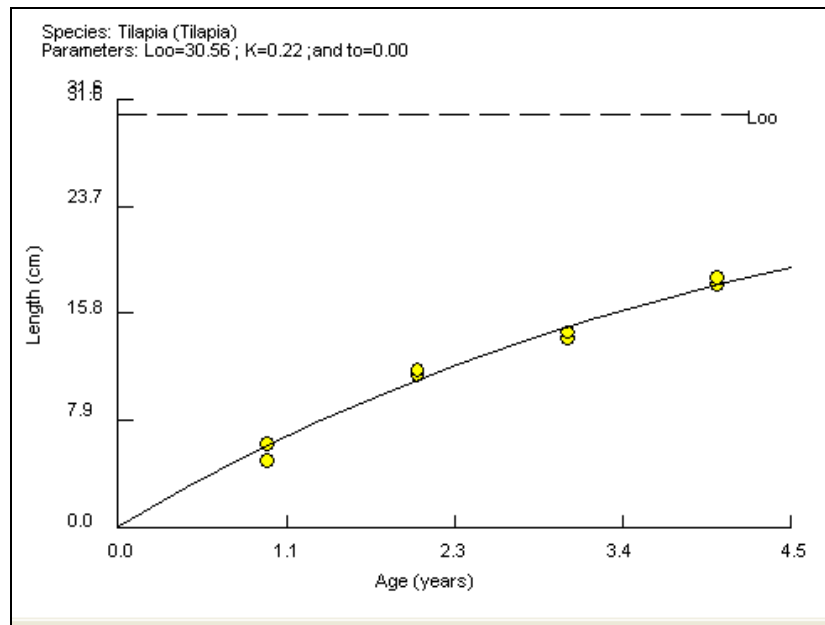


Figure 22 : Courbe de croissance linéaire obtenue par l'équation de von Bertalanffy de *Tilapia zillii* de la région de Djemâa.

3.3.2. Croissance relative :

La croissance relative, nous permet d'aborder les phénomènes de croissance des parties du corps par rapport à l'ensemble du corps ou entre elles. L'étude de la croissance relative a été préconisée par **Huxley (1936)** et surtout par **Teissier (1948 in Mouhoub, 1986)**.

3.3.2.1. Matériels et méthodes :

Pour la détermination des paramètres a et b de la relation $W_t = a L_t^b$, nous avons ajusté **310** couples de valeurs taille totale et poids total (tab. 7).

Tableau 7- Répartition des poids totaux par classe de taille pour *Tilapia zillii* de la région de Djemâa

Cc (cm)	Nt	Wt (g)
6	5	5.2
7	1	6
8	7	22
9	11	16.09
10	28	20.64
11	65	32.36
12	54	36.09
13	50	44.12
14	36	54.94
15	28	66.57
16	12	79.5
17	4	107.25
18	5	108.2
19	1	135
20	1	125
21	1	142.33
22	1	170

Dans la relation d'allométrie de type $W = a * L^b$ qui lie le poids d'un poisson à sa longueur :

W : est le poids total du poisson

L : est sa longueur totale

a : est une constante

b : est le coefficient d'allométrie (coefficient de croissance relative entre le poids et la longueur).

Si **b** est égal à 3 la croissance est isométrique, c'est à dire que la forme du corps et la densité ne varient pas avec l'âge. En revanche si **b** est significativement différent de 3 la croissance est dite allométrique ; dans ce cas les proportions des différentes parties du corps et la densité ne sont pas les mêmes à tous les âges (**Ricker, 1980 in Sidibé, 2003**).

Si $b < 3$: allométrie minorante

Si $b > 3$: allométrie majorante

Le type d'allométrie est confirmé ou infirmé par le test de *t*, basé sur la comparaison entre une pente calculée ($P0 = b$) et une pente théorique ($P = 1$) (**Schwartz, 1992 in Bouaziz, 2007**).

$$t = \frac{|P - P_0|}{S_{P_0}}$$

$$S_{P_0}^2 = \frac{(S_y/S_x)^2 - P_0^2}{n - 2}$$

$P_0 = b$ = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

S_{po} = écart-type de la pente calculée ; n = nombre de couples de valeurs ; et

S_x = écart-type de LT ; S_y = écart-type de Wt (avec d.d.l. = $n - 2$ et $\alpha = 5\%$).

Si $t < 1.96$: la différence n'est pas significative

Si $t \geq 1.96$: la différence est significative.

3.3.2.2. Résultats et discussion :

Le test de t basé sur la comparaison de deux pentes ($t_{cal} = 0.76$), fournit des valeurs inférieures à 1.96 pour $\alpha = 5\%$. Le tableau 8 permet de conclure que *Tilapia zillii* de la région de Djemâa se caractérise par une allométrie minorante entre le poids (Wt) et la longueur totale (Lt).

Tableau 8 : Relation d'allométrie entre le poids total et la longueur totale de *T.zillii* de la région de Djemâa.

	Relation d'allométrie	Effectif	t cal ($\alpha = 5\%$)
Sexes confondus	$Wt = 0.0491.Lt^{2.65}$	310	0.76

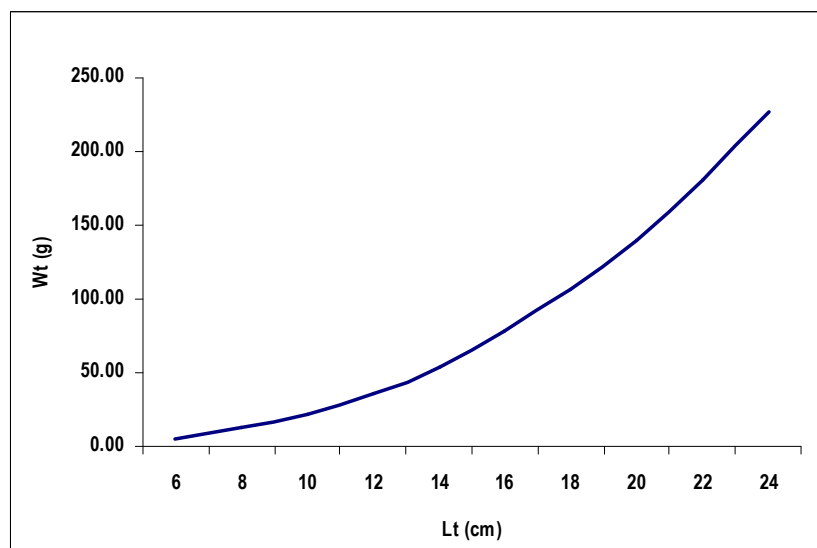


Figure 23 : Relation taille-poids de *Tilapia zillii* de la région de Djamaa

3.3.3. Croissance pondérale :

3.3.3.1. Matériels et méthodes :

A partir de la relation taille poids et en connaissant la longueur asymptotique, il est possible de calculer le poids asymptotique et d'établir l'équation de la croissance pondérale de von Bertalanffy qui s'écrit sous la forme suivante :

$$W_t = W_\infty \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

Avec W_t est le poids à l'âge t , W_∞ le poids asymptotique correspondant à la longueur L_∞ et b l'exposant de la relation taille-poids.

Avec :

W_t : poids total en grammes,

W_∞ : poids asymptotiques en grammes

K : coefficient de croissance

t_0 : age auquel la taille est théoriquement nulle (an),

b : coefficient d'allométrie

a : constante. (in Belhaouas et Abderahim, 1997) .

3.3.3.2. Résultats et discussion :

La combinaison de l'équation de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) avec la relation taille poids, nous a permis de déterminer la courbe de croissance pondérale avec un

$W_\infty = 431,15$ g (tab. 9, fig. 24)

$$.W_t = 431,15 * (1 - e^{-0,22 * (t)})^{2,65}$$

Tableau 9. Poids moyen (grammes) à divers âges de *T.zillii* de la région de Djemâa

Age (an)	Wt (g)
I	5.85
II	27.91
III	62.72
IV	104.23



Figure 24 : Courbe théorique de croissance pondérale de *Tilapia Zillii* de la région de Djemâa

4. Etude du comportement reproducteur et reproduction naturelle de *T. zillii*

La reproduction naturelle est une pratique qui consiste à mettre en évidence la présence des sexes opposés dans des propositions connues ou non, afin que la fécondation des ovules par les spermatozoïdes s'effectue de façon naturelle. (Huet, 1976).

4.1. Matériels et méthodes :

Pour déterminer le rapport (nombre de femelles-nombre de mâles) optimal pour la reproduction, nous avons entamé l'expérience au laboratoire d'aquaculture (E.N.S.S.M.A.L) en mettant dans 3 aquariums de 275 l d'eau douce de dimension: 180 cm x 41,5 cm x 45cm équipés chacun de 2 filtres internes munis d'une ouate qui présente un double intérêt : filtration biologique (afin d'éliminer les matières azotées toxiques comme l'ammonium et les nitrites) et filtration physique (MES), et d'un système d'aération central avec des diffuseurs d'air, une épaisse couche de graviers, un thermostat et un thermomètre. Chaque aquarium contenait les lots suivants:

- Aq. 1: 3 femelles pour 1 mâle,
- Aq. 2 : 2 femelles pour 1 mâle
- Aq. 3: 1 femelle pour 1 mâle.

4.2. Résultats :

- Nous avons tout de suite observé une compétition agressive entre les femelles.

- Aq. 2: Même observation.
- Aq. 3: La femelle a succombé par les blessures du mâle car celui-ci était beaucoup plus gros que la femelle.
- Nous avons refait cette expérience en sélectionnant un couple de géniteurs qui n'avaient pas une grande différence de taille et étaient placés en stabulation dans l'aquarium afin qu'ils puissent s'adapter à leur nouveau milieu artificiel équipé de feuilles artificielles, des roches et soient en meilleures conditions pour une meilleure reproduction. Les géniteurs, pendant le premier mois avant la ponte, reçoivent une alimentation riche et complémentaire (mélange de granulés, poudre et paillettes) et sont soumis à une surveillance pour éviter les stress, facteur qui risquent de bloquer la gamétogenèse. Les paramètres d'élevage sont mentionnés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Données des paramètres physico-chimiques et biologiques prélevés de l'aquarium.

Paramètre	Valeur
T(C°)	30
pH	7,72
Cond (us /cm)	1186
Salinité (‰)	0,3
O ₂ (mg/l)	0,8
Photopériode (H)	12 / 24
Renouvellement d'eau (jours)	
Alimentation (/jours)	2 fois

- Après deux jours, le mâle commence de se rapprocher de la femelle et creuse des nids comme montre la figure 25.
- une semaine après, la femelle change de couleur et devient plus intense et calme, sa gorge devient rouge, les bandes deviennent plus sombres et claires et elle diminue sa nourriture (fig.26).
- Le mâle surveille son nid (fig.27).



Figure 25 : Nids creusés par le mâle



Figure 26 : femelle en période de reproduction



Figure 27 : Nid surveillé par le mâle

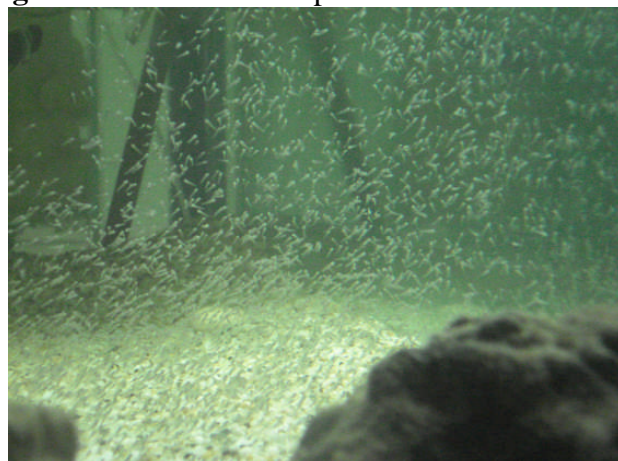


Figure 28 : Alevins de *Tilapia zillii*

Le 15/06/2009, la ponte a eu lieu de bon matin. Nous avons pu dénombrer plusieurs milliers d'alevins de *Tilapia zillii* qui sont attirés par la lumière, cependant nous avons raté le moment de l'éclosion des œufs (fig. 28 et 29).

Deux jours après l'éclosion, les alevins présentaient une taille moyenne de 5 mm (fig. 30)

Culture du plancton :

Nous avons mis les cystes d'Artémia provenant du chott Melghigh dans un flacon rempli d'eau de mer enrichie par un nutriment de préférence naturel. Le temps d'incubation des œufs étant de 24 à 72 h selon la qualité des œufs séchés (cystes). Tous les cystes n'éclosent pas en même temps. L'embryon reste encore attaché a son œuf quelque temps. Le nauplius est attiré par la lumière, il a tendance à s'accumuler dans ces zones là, ce qui nous facilite sa capture par aspiration .L'eau du flacon était chauffée à une température de 28° C avec une bonne aération (fig. 31).

Conclusion

L'étude bioécologique de *Tilapia zillii* a montré que c'est une espèce omnivore à Oued Khrouf, beaucoup plus phytoplanctonophage due à la pauvresse du milieu.

L'étude de la clé age-longueur nous a permis d'obtenir 4 groupes d'âge dont la taille est comprise entre **5.5** et **18.21** cm.

L'étude de la croissance linéaire nous a permis de connaître la taille théorique maximale de cette espèce qui est de **30.56** cm.

La croissance relative indique que la taille de *T. zillii* croît plus rapidement que son poids.

Enfin, l'étude de la reproduction nous permis de dire que c'est une espèce facile à faire reproduire en captivité, elle est de type pondéur sur substrat avec un sex-ratio de 1/1, il suffit juste lui fournir des meilleurs conditions pour une meilleure reproduction.

Le nombre élevé d'alevins qu'elle peut fournir après la ponte permet d'envisager son élevage à des fins aquacoles d'autant plus que ce poisson est comestible.

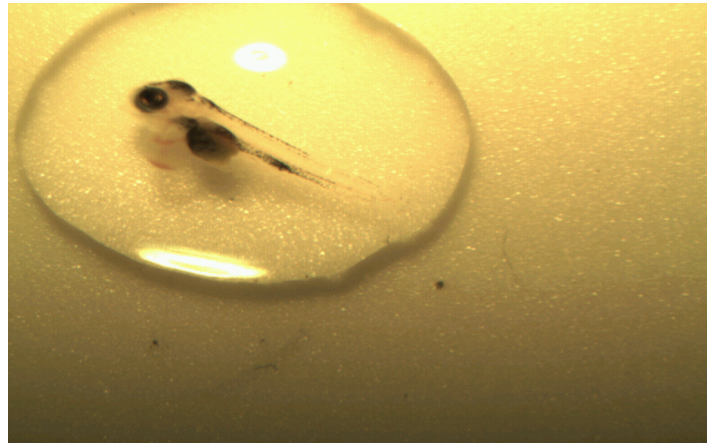


Figure 29 : Alevin de *T. zillii* avant la résorption du sac vitellin (un jour après l'éclosion)

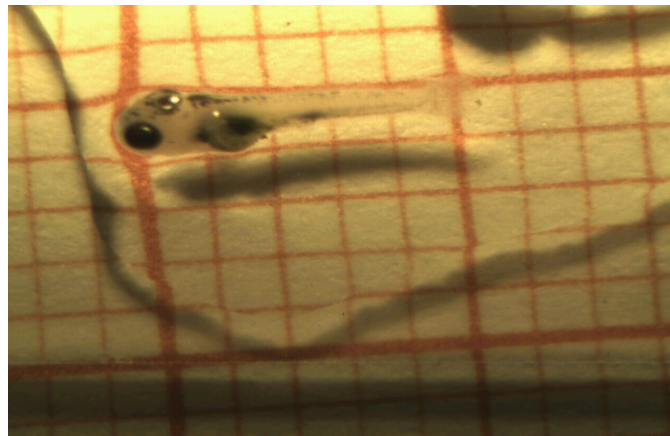


Figure 30 : Alevin de 2 jours



Figure 31 : Culture d'Artémia

CONCLUSION GENERALE

Oued Khrouf est l'un des plus importants cours d'eau de la ville de Djamaa. Caractérisé par sa longueur qui s'étale de la ville de Touggourt déversant à Chott Melghigh jusqu'aux frontières tunisiennes. Le substrat y est essentiellement sablonneux fin. Les caractéristiques du sol donnent aux eaux un faciès fortement acide d'où le pH de 5,56.

Le régime thermique de l'eau est caractérisé par des températures relativement élevées : 14.9° C à 26.1° C en hiver et 35.3° C à 40.9° C en été durant l'année 2006.

Le climat a connu durant cette année un hiver frais à doux avec une période sèche qui s'étale largement du mois de Février jusqu'au mois d'Août suivi aussi des mois de Novembre et Décembre. Djamaa est donc caractérisée par un climat saharien.

L'étude de la qualité de l'eau et l'analyse des paramètres physicochimiques de Oued Khrouf a montré que ce dernier se caractérise par une eau légèrement polluée à cause des rejets des eaux usées de la ville de Djamaa et Touggourt qui déversent directement dans l'Oued.

L'inventaire faunistique et floristique a mis en évidence des mollusques Gastéropodes répertoriés en plusieurs espèces, nous avons pu identifier l'espèce : *Melania tuberculata*. ainsi La flore dominante est représentée par une Chénopodiacée : *Salicornia salicornia*.

Oued Khrouf est connu par sa richesse en une seule espèce de poisson : *Tilapia zillii* qui est très appréciée par la population locale. C'est une espèce démersale adaptée aux eaux douce et saumâtre et la plus tolérante à la salinité et supporte des fortes variations des conditions d'élevage ; elle est omnivore beaucoup plus phytoplanctonophage du à la pauvreté du milieu.

L'étude de la clé âge longueur nous a permis d'obtenir quatre cohortes de groupes d'âge dont la taille est comprise entre 5.5 et 18.21 cm.

L'étude de la croissance linéaire nous permis de connaître la longueur totale théorique de cette espèce qui est de 30.56 cm. a La croissance relative permis de conclure que la taille de *T.zillii* croit plus rapidement que son poids.

L'étude de la reproduction nous permet de constater que cette espèce est facile à reproduire, dans des conditions optimales, les espèces peuvent se reproduire tout au long de l'année. *T.zillii* est un pondéur sur substrat avec un sex-ratio qui égale à 1/1.

Enfin, dans la prospective d'élaborer une méthodologie future qui tiendra mieux compte des paramètres intervenant dans ce genre d'étude appliquée, notamment le cycle hydrologique de Oued Khrouf et le cycle biologique de *Tilapia zillii*, il serait souhaitable de prendre en considération ces quelques suggestions :

- Installation d'une station d'épuration pour éliminer toutes sortes de déchets arrivant des villes de Djamaa et Touggourt et déversant dans cet Oued qui peuvent être source de pollution.
- meilleure prospection de l'Oued ; il faudrait par exemple, explorer les hydrophytes (phragmites et algues en particulier) surtout les algues toxiques en plus de l'abondance des Diatomées de genre *Nitzschia* .
- Cette espèce peut être préconisée pour des élevages extensifs intégrés à l'activité agricole, en tant qu'activité complémentaire en particulier pour les fellahs disposant de bassins d'irrigation.

CONCLUSION GENERALE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMINOT A. et CHAUSSEPIED M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Ed. CNEXO, 395 p.

AMINOT A. et KEROUEL R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et Analyses. Ed. Ifremer, 336 p.

AMOROS C. 1984 – introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Crustacés Cladocères. Extr. Bull. mens. Soc. linn. de Lyon. N°3 et 4.

ARRIGNON, J. (1998)-Aménagement des eaux douces .5eme Edition. Technique et Documentation, Paris : 589 pp.

BARNABE. G., 1991. Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Université de Montpellier II. SETE. 497p.

BELARIBI, R. (2008)-Investigation préliminaire sur la parasitofaune de trois Cichlidés d'Algérie. . Mémoire d'ingénieur, I.S.M.A.L., Alger : 2- 15 PP.

BENABID, M. (1990).Bioécologie de deux espèces du Barbeau (Barbus Barbus callensis (Gthr) et Barbus Labeobarbus frifschii (Val)) d'un cours d'eau du Haut –Atlas du Maroc.Mémoire D.E.U.S, faculté des sciences –Marrakech., Maroc : 105-107-108 PP.

BENTOUMI A ., KAHIL N.2006- etude expérimentale de la croissance du tilapia en fonction de la salinité et de la densité de mise en charge.thèse ingénieur.I.S.M.A.L.Alger : 35

BENSCHNEIDER K. et ROBINSON R. J., 1952. A new spectrophotometric method. *FAO Botan. Zool. Fac. Sci. Montpellier*, 7-34 PP.

BOUAZIZ A, SEMROUD R, BRAHMI B, Chenitis S., 1998. Estimation de la croissance de Sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) dans la région algéroise par analyse de fréquences de taille. *ISMAL, Alger : p 43-49.*

BOUAZIZ. A., 2007. La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes: distribution, biologie et estimation des biomasses. *Thèse Doctorat. USTHB : 135p.*

BOUGUELMANE D ., MEKKATI IDIR .2004- fabrication et essai de quatre formulations d'aliment pour le prégrossissement du tilapia du Nil .thèse ingénieur.I.S.M.A.L.Alger : 85pp

BOUHIREB N .,OUKHEMAMOU R . 2006.- Contribution à l'étude des ressources piscicoles du barrage de Ain ZADA (w. de Bou-ARERIDJ). Mémoire d'ingénieur, I.S.M.A.L., Alger : 17 ,22 PP.

BOUROUBI H.,ZEGHIMI M . 2004-etude de l'adaptation à la salinité d'un poisson d'eau douce .Thèse ingénieur .ALGER.ISMAL.42pp.

BOUKETTA K., KHALI K . 2006 – formulation,fabrication,et testage d'un aliment composé pour Tilapia.Thèse ingénieur.I.S.M.A.L.Alger :57pp

BOUZID N.,FARAH S .2004 –recherche d'indicateurs biologiques d'exposition à des polluants.Thèse ingénieur.I.S.M.A.L.Alger : 49pp

BURLOT G, BUTHON L, DAVAINÉ Y, DIDRI H & al. (1998) : références aquacultures .Ed .Synthèse agricole.France :310 PP.

CHEHMA, A. ; DJEBAR, M.R. ; HADJAJI, F. & ROUABEH, L. (2005) – étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud – Est algérien.16 (4) :275 – 285.

CHERABI. O., 1987. Contribution à l'étude du pageot: *pagellus erythrinus* (Linne, 1758) et à l'écologie de la famille des sparidés de la baie d'Alger. *Thèse de magister, USTHB:203p.*

Chergui A ,AIT HAMOUDA I ;2005-contribution à l'étude de l'inversion sexuelle chez une espèce d'un poisson d'eau douce :tilapia .thèse ingénieur,I.S.M.A.L,Alger :39PP

D.G.F. (2002)-Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale.Ministère de l'agriculture et du développement rural, direction générale des forêts, Algérie, Edition 2002 :89 PP.

DAGET J et DURAND J.R. (1981)-poissons. (in J.R. Durand and C.Leveque), (EDS) Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne.Tome 2.Edition de l'ORSTOM,Coll.Int.Doc.Tehn.,45 :687- 771 .

DAJOZ .R.; 2003: Précis d'écologie. Laboratoire d'écologie générale, 7eme édition .France 600 PP.

DAJOZ R .1974 : Dynamique des populations.Masson et Cie Ed.301 P.

DEGIOVANI. C., 1973 : Etude sédimentologique dynamique de la presqu'île de Sidi Fredj (Ouest d'Alger) .Thèse doctorat 3eme cycle, université de Marseille, 287 p.

DUSSART B. 1967 – les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale.Tom 1 : calanoides et Harpactinoides.Ed.N.Boubée & Cie, Paris.

DUSSART B.1969 – les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale.Tom 2 : cyclopoïdes et biologie.Ed.N.Boubée & Cie, Paris.

EL SAYED, M. & FATTAH, A. (2006) - Tilapia aquaculture in Salt water: Environment requirements nutritional Implication and Economic Potentials.Avenues en Nutrition Acuicula VIII Symposium International de Nutrition Acuicola.Edited by Elizabeth Cruz Suzar et col.Nuevo Leon, Mexico : 95 – 106.

EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Labor Fisheries Technical Paper:* 137-238..

Gayanilo F-C., Sparre P., et Pauly D., 2005. FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FISAT II). Version révisée. Guide d'utilisation. *FAO Série informatique. Pêche. No. 8, Version révisée. Rome, FAO : 190 p.*

GHAMIZI M., 1998 .Les mollusques des eaux continentales du Maroc : systématique et biologie .Thèse Doct. .Is sci .Nat.Univ.Qadi Ayyadh.Marrakech, Maroc.PP 372.

HADJADJI, N. et TOUMI, M. L. (2003) –étude des différenciations des espèces de *Tilapia* introduites en Algérie et essai de leur élevage. Mémoire d'ingénieur, I.S.M.A.L., Alger : 112 PP.

HAMDOUNI H., Hammamouche f. 2008 .Etude de la qualité granulométrique et organique des sédiments pour l'installation d'une ferme aquacole (la baie de Bou Ismail) .Mémoire D.E.UA, I.S.M.A.L ., Alger : – PP.

HEMIDA F., 1987. Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (L. 1758) dans la région d'Alger : Biologie et Exploitation. *Thèse de Magister, USTHB (Alger) : 208p.*

HUET ., 1970. Traité de pisciculture édition CH. de WYNGAERT. Edition bruxelle 4em ed : 718 p.

ILLIES J. & BOTOSANEANU L. (1963) : problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt .int . Verein. Limnol. 12 : 1 – 57.*

KAUSHIK, S.J. (1999)-Animals for work, recreation and sports. *Livestock production Science, 59:145 – 154.*

KERTAS F .et QUIGNARD J.P. 1984 : la fécondité des poisson téléostéens .Collection des virologies des milieux marins .ED .Masson, Paris : 117.

LARSONNEUR.E ., 1977 : La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français, méthode mise au point et utilisée en manche .Ed : J.Rech.Oceano.Vol II, 2.pp 25 -69.

LE BERRE, M. (1989) –faune de Sahara poisson Amphibiens Reptiles .Edit .RAYMOND CHABAUD-Le chevalier.Paris :62 – 63.

LEVEQUE C., DIDIER P., 1999 .Biogéographie et mise en place des faunes ichtyologiques actuelles.*In* : Léveque C.et Didier P.Les poissons des eaux continentales africaines.ED.de l'IRD, Paris .521p.

LEVEQUE, C. et PAUGY, D. (1999) – les poissons des eaux continentales africaines, diversité écologique et utilisation par homme.Edition L'IRD .Paris :425 PP.

MALCOM, C.M.; BEVERIDGE, H. & BRENDAN, J. (2000)-Tilapias: biology and exploitation. *Fish and fishery series: 505 pp.*

Meterfi B., 1984.- Contribution à la caractérisation des sols Sahariens et évaluation de leurs aptitudes culturelles d'oasis d'El –Goléa, mémoire d'ingénieur d'état /INA, Alger

MOHAMED, A. (1999)-Accumulation of some heavy Metals in *Tilapia zillii* Organs from Lake Manzalah, Egypt.*Tr.J.of zoology, 23:365 – 372.*

Mouhoub R., 1986. Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes algéroises. *Thèse de Magister STHB: 163p. U*

Mullin J. B. et Riley J. P., 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon Phosphates in natural waters. *Anal. Chim. Acta, 27: 31-36.*

Murphy J. et Riley J. P., 1962. A modified single method for determination of

natural waters with special reference to sea water. *Anal. Chim. Acta*, 12 : 162-170.

NISBET M. & VERNEAUX J. (1970) : Composantes chimiques des eaux courantes : discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annl.Limnol.* 6 (2) :161 – 190.

O.N.M (2006) : office national météorologique.

OZENDA P. (1977). Flore du Sahara. 2^{em} édition, complétée. Paris : centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Pauly D., et Moreau J., 1997. Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. *Collection POLYTECH de l'I.N.P. de Toulouse, Cepaduès-Editions, France : 288 p.*

PELLEGRIN J. (1921) : les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord. *Mém.Soc.Sci.Nat.du Maroc.* 1 (2) :202 PP.

PELLEGRIN, J. (1921) –Mémoire de la société des Sciences Naturelle du Maroc. Archive scientifique du protectorat français : 202 pp.

Rodier j. 1984 – l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod, 7^e éd Paris. (Sampler). Breda (Netherlands), 23 p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.-P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. *8^{ème} Ed. Dunod, Paris : 1383 p.*

Sacchi C. F. et Testard P., 1971.-Ecologie, organisme et milieu. Ed. Doin, Paris : 444 p.

SEURAT,1931.-pêche et aquaculture ,Castiglione

Sidibé A., 2003. Les ressources halieutiques démersales côtières de la guinée : exploitation, biologie et dynamique des principales espèces de la communauté à Sciaenidés. *Thèse Doctorat (ENSAR), France : 320 p.*

Skalar analytical, 1998. Manuel San Plus Analyser : SA 1050 (Random Access Auto
Sparre P., et Venema S.C., 1996. Introduction à l'évaluation des stocks des poissons tropicaux. Première partie : Manuel. *FAO Doc. Tech. Sur les Pêches, 306 (1), Rome : 401p.*

TAYLOR, J.N.; SNYDER, D.B. & COURTENA, W.R. (1986) –Hybridation between two introduced, Substrate –spawning Tilapias (Pisces: Cichlidae) In Florida .4: 903 – 909.

TREWAVAS E., 1981.Nomenclature of Tilapia of southern Africa .*J.Limnol.Soc .Sth.Afr . 7 (1) .42p.*

Wood E. P. K., Amstrong F. A. J. et Richard F. A., 1967. Determination of nitrate In seawater by cadmium cooper reduction to nitrite. *J. Mar. Biol. Assc. U.K., 47: 23-31.*

Zouakh D.E. 1995 – étude des macroinvertébrés benthiques et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux de l'Oued EL Harrach et de ses affluents. Thèse Magister, USTHB, Alger ,65p.

Liste des illustrations

Liste des figures

		Page
Fig 1	Photo satellitaire du site de prélèvement (Googlearth, 2009)	7
Fig 2	Situation géographique de la zone d'étude et sites de prélèvements	7
Fig 3	Oued Khrouf, vue d'ensemble, le 24/04/2009	7
Fig 4	Etang de Aïn Zerga, le 24/04/2009	7
fige 5	Diagramme ombrothèrmique de la région de Djemâa	10
Fig 6	Localisation de notre site d'étude sur le climagramme d'EMBERGER	11
Fig 7	Localisation de notre site d'étude sur le climagramme d'EMBERGER	14
Fig 8	Mesure de la transparence à Oued Khrouf (W.El Oued)	14
Fig 9	Prélèvement du zooplancton à Oued Khrouf	21
Fig 10	Larves de diptères (Fam : Chironomidae)	21
Fig 11	<i>Melania tuberculata</i>	21
Fig 12	<i>Salicornia saliconia</i>	22
Fig 13	Tamisage des échantillons	24
Fig 14	Aspect général de courbe cumulative des faciès lotique et lentique de Oued Khrouf	25
Fig 15	Morphologie générale du <i>Tilapia zillii</i> , de Oued Khrouf	28
Fig 16	Specimen de <i>Hemichromis sp.</i> pêché à Aïn Zargua.	28
Fig 17	Pêche de <i>T.zillii</i> à la canne	30
Fig 18	Les différents taxa phytoplanctoniques retrouvés dans les contenus stomacaux de <i>T. zillii</i>	33
Fig 19	Mensuration et pesée de <i>Tilapia zillii</i>	34
Fig 20	Polygone de la distribution des fréquences de tailles de <i>Tilapia zillii</i> de la région de Djemâa.	35
Fig 21	Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de <i>Tilapia zillii</i> sexes confondus par la méthode de Bhattacharya	37
Fig 22	Courbe de croissance linéaire obtenue par l'équation de von Bertalanffy de <i>Tilapia zillii</i> de la région de Djemâa.	38
Fig 23	Relation taille-poids de <i>Tilapia zillii</i> de la région de Djamaa	40
Fig 24	Courbe théorique de croissance pondérale de <i>Tilapia Zillii</i> de la région de Djemâa	42
Fig 25	Nids creusés par le mâle	44
Fig 26	femelle en période de reproduction	44
Fig 27	Nid surveillé par le mâle	44
Fig 28	Alevins de <i>Tilapia zillii</i>	44

Fig 29	Alevin de <i>T. zillii</i> avant la résorption du sac vitellin	46
Fig 30	Alevin de 2 jours	46
Fig 31	Culture d'Artémia	46

Liste des tableaux

		Page
Tab.1	Moyennes mensuelles et annuelles des températures et des précipitations sur une période d'une année (2006).W .El Oued.	8
Tab.2	paramètres physico-chimiques mesurés de Oued Khrouf (2008-2009)	17
Tab.3	Répertoire des proies identifiées dans les contenus stomacaux de <i>Tilapia zillii</i>	32
Tab. 4	Distribution des fréquences de tailles de <i>Tilapia zillii</i> de Oued Khrouf	35
Tab.5	Clé âge longueur de <i>Tilapia zillii</i> de la région de Djemâa	37
Tab.6	Paramètres de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938) de <i>Tilapia zillii</i> de Oued Khrouf de la région de Djamaa.	38
Tab.7	Répartition des poids totaux par classe de taille pour <i>Tilapia zillii</i> de la région de Djemâa	39
Tab.8	Relation d'allométrie entre le poids total et la longueur totale de <i>T.zillii</i> de la région de Djemâa.	40
Tab.9	Poids moyen (grammes) à divers âges de <i>T.zillii</i> de la région de Djemâa	41
Tab.10	Données des paramètres physico-chimiques et biologiques prélevés de l'aquarium	43
1	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour la conductivité, concentration en oxygène et le pH	Annex
2	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les nitrites	
3	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les nitrates	
4	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour l'azote ammoniacal.	
5	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les phosphates	
6	classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les matières en suspension.	
7	Données des résultats granulométriques	
8	Données des résultats de l'étude de la croissance relative	

ANNEXES

Annexe 1: Classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour la conductivité, saturation en oxygène et le pH

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Classes	Minéralisation	Localisation
$C < 30$	1	extrêmement faible	
$30 \leq C < 50$	2	très faible	cours d'eau à substrat acide
$50 \leq C < 100$	3	faible	
$100 \leq C < 200$	4	modérée	
$200 \leq C < 300$	5	assez forte	région calcaire
$300 \leq C < 400$	6	forte	région calcaire
$400 \leq C < 500$	7	très forte	
$C \geq 500$	8	très forte à excessive	eaux séléniteuses
% de saturation en oxygène		situation	
sat. ≥ 90	1	bonne	
$70 \leq \text{sat.} < 90$	2	douteuse	
$50 \leq \text{sat.} < 70$	3	critique	
$30 \leq \text{sat.} < 50$	4	très dangereuse	
$10 \leq \text{sat.} < 30$	5	létale	
pH		Alcalinité	acidité
$\text{pH} < 5$	1	forte	cours d'eau à
$5 \leq \text{pH} < 6$	2	moyenne	substrat acide
$6 \leq \text{pH} < 7$	3	faible	
$7 \leq \text{pH} < 7,5$	4	neutralité approchée	majorité des eaux piscicoles
$7,5 \leq \text{pH} < 8$	5		faible région calcaire
$8 \leq \text{pH} < 9$	6		eaux closes
$\text{pH} > 9$	7	moyenne	forte eaux peu piscicoles

Annexe 2: classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les nitrites.

NO₂⁻ (Mg/l)	Classes	situation
NO ₂ ⁻ < 1/100 mg/l	1	Eau pure ou autoépuration active
NO ₂ ⁻ < 1/100 mg/l	2	Pollution insidieuse, perturbation du cycle de l'azote
qq. 1/10 mg/l	3	Pollution sensible
NO ₂ ⁻ > 1 mg/l	4	Etat de pollution critique

Annexe 3: classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les nitrates.

NO₃⁻ (Mg/l)	Classes
NO ₃ ⁻ < 1	1
1 < NO ₃ ⁻ < 3	2
3 < NO ₃ ⁻ < 5	3
5 < NO ₃ ⁻ < 10	4
10 < NO ₃ ⁻ < 15	5
NO ₃ ⁻ > 15	6

Annexes 4 : classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour l'azote ammoniacal.

NH₄⁺ (Mg/l)	Classes	situation
0 < NH ₄ ⁺ qq. 1/100 mg/l	1	Normale à douteuse
qq. 1/10 mg/l	2	Pollution insidieuse sensible
NH ₄ ⁺ > 1 mg/l	3	Pollution critique

Annexe 5: classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les phosphates.

Mg/l PO_4^{--}	Classes	Degré de trophie et de localisation
$PO_4^{--} < 10$	1	Eau très peu productive, lac oligotrophes et cours supérieurs des réseaux hydrographique, Pyrénées .Alpes massif central – Vosges - Jura
$10 < PO_4^{--} < 50$	2	Eau peu productive
$50 < PO_4^{--} < 150$	3	Productivité moyenne, cour d'eau du massif central. Des Vosges et de Bretagne.
$150 < PO_4^{--} < 300$	4	Forte Productivité, rivière de prémontagne et de plaine ex : Doubs ...eutrophie.
$300 < PO_4^{--} < 500$	5	Cours d'eau pollués .ex : Allier, Doubs inférieur, Saône inférieur...
$PO_4^{--} > 500$	6	Eau nettement polluées ou très eutrophe ex : Seine en aval de Paris.

Annexe 6: classes proposées par NISBET & VERNEAUX (1970) pour les matières en suspension.

M.S (mg/l)	Classes	Exemples de localisation	Productivité piscicole et situation
$M.S < 10$	1	Zones supérieures des réseaux : sources et ruisseaux certaines rivières à Truite et Cyprinidés	Très bonne
$10 < M.S < 25$	2	Zones supérieures et moyennes des cours d'eau de montagne et de prémontagne : nombreuses rivières à truite et à Cyprinidés	Situation normale
$25 < M.S < 50$	3	Zones moyennes et inférieures de certaines rivières de prémontagne et de plaine	bonne
$50 < M.S < 75$	4	Zones inférieures de certains grands cours d'eau, rivières en terrain argileux	bonne
$75 < M.S < 150$	5	Certaines rivières de montagne en période de basses eaux, rivières polluées	moyenne
$150 < M.S < 300$	6	Certains torrents de montagne et rivières polluées	Moyenne médiocre
$300 < M.S < 500$	7	Rare à l'état naturel, cours d'eau particuliers et zones très polluées	Faible à très faible situation anormale

Annexe 7 : Données des résultats granulométriques

Diamètre(um)	ECH 1(g)	Pd total(g)	%	% cumulé	ECH 2(g)	Pd total(g)	%	% cumulé
40	0.6	200.35	0.299475917	0.29947592	0.03	200.8	0.01494024	0.01494024
50	1.76	200.35	0.87846269	1.17793861	0.41	200.8	0.20418327	0.21912351
63	14.01	200.35	6.992762665	8.17070127	0.51	200.8	0.25398406	0.47310757
80	31.67	200.35	15.80733716	23.9780384	0.86	200.8	0.42828685	0.90139442
100	72.95	200.35	36.41128026	60.3893187	1.06	200.8	0.52788845	1.42928287
140	27.48	200.35	13.71599701	74.1053157	0.68	200.8	0.33864542	1.76792829
160	18.8	200.35	9.383578737	83.4888944	1.1	200.8	0.54780876	2.31573705
180	8.62	200.35	4.302470676	87.7913651	1.07	200.8	0.53286853	2.84860558
200	19.55	200.35	9.757923634	97.5492887	7.32	200.8	3.64541833	6.49402391
250	2.4	200.35	1.197903669	98.7471924	14.5	200.8	7.22111554	13.7151394
315	0.5	200.35	0.249563264	98.9967557	22.39	200.8	11.1503984	24.8655378
400	0.08	200.35	0.039930122	99.0366858	25.17	200.8	12.5348606	37.4003984
500	0.12	200.35	0.059895183	99.096581	42.64	200.8	21.2350598	58.6354582
630	0.07	200.35	0.034938857	99.1315198	20.46	200.8	10.189243	68.8247012
800	0.06	200.35	0.029947592	99.1614674	15.8	200.8	7.8685259	76.6932271
1000	0.06	200.35	0.029947592	99.191415	20.7	200.8	10.3087649	87.001992
1400	0	200.35	0	99.191415	5.57	200.8	2.77390438	89.7758964
1600	0	200.35	0	99.191415	5.23	200.8	2.60458167	92.3804781
1800	0	200.35	0	99.191415	3.95	200.8	1.96713147	94.3476096
2000	0	200.35	0	99.191415	10.26	200.8	5.10956175	99.4571713

Annexe 8 : Données des résultats de l'étude de la croissance relative

CC	W	X-X'	(X-x') ²	Y-Y'	(Y-Y') ²
6	5.2	-8	64	-63.11	3982.8721
7	6	-7	49	-62.31	3882.5361
8	22	-6	36	-46.31	2144.6161
9	16.09	-5	25	-52.22	2726.9284
10	20.64	-4	16	-47.67	2272.4289
11	32.36	-3	9	-35.95	1292.4025
12	36.09	-2	4	-32.22	1038.1284
13	34.12	-1	1	-34.19	1168.9561
14	54.94	0	0	-13.37	178.7569
15	66.57	1	1	-1.74	3.0276
16	79.5	2	4	11.19	125.2161
17	107.25	3	9	38.94	1516.3236
18	108.2	4	16	39.89	1591.2121
19	135	5	25	66.69	4447.5561
20	125	6	36	56.69	3213.7561
21	142.33	7	49	74.02	5478.9604
22	170	8	64	101.69	10340.8561
238	1161.29		408		18687.6255
14	68.3111765	VAR X	14.1176471	VAR Y	1099.27209
		ECAR X	3.75734575	ECAR Y	33.1552724
				SP0^2	4.72284042
				sp0	2.1732097
				t	0.75924564