

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل
Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral

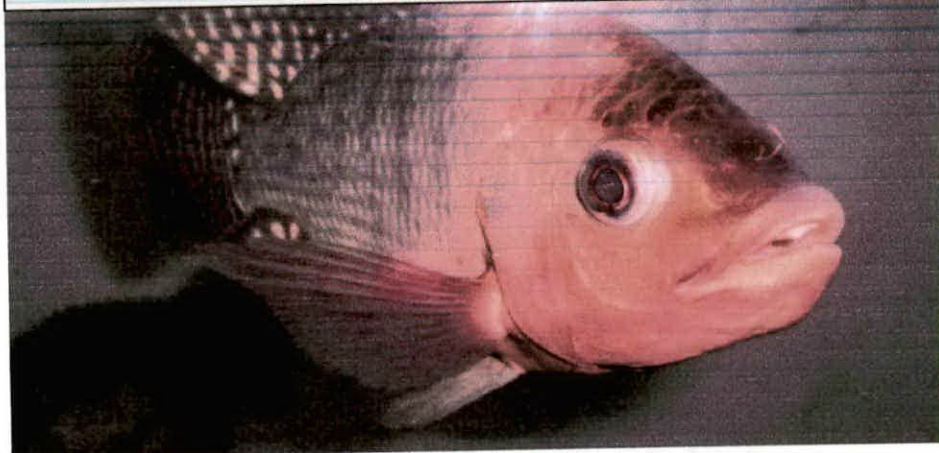


MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

Option : Aquaculture

Présenté par : BENTOUMI Adel et KAHIL Nacéra

« Etude expérimentale de la croissance du tilapia
oreochromis niloticus en fonction de la salinité et
de la densité de mise en charge »



Soutenu devant la commission d'examen composée de :

Mr O. Sefiane : président

Mr W. Refes : examinateur

Mr A. Bouaziz : examinateur

Mr D.E. Zouakh : promoteur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل
Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral

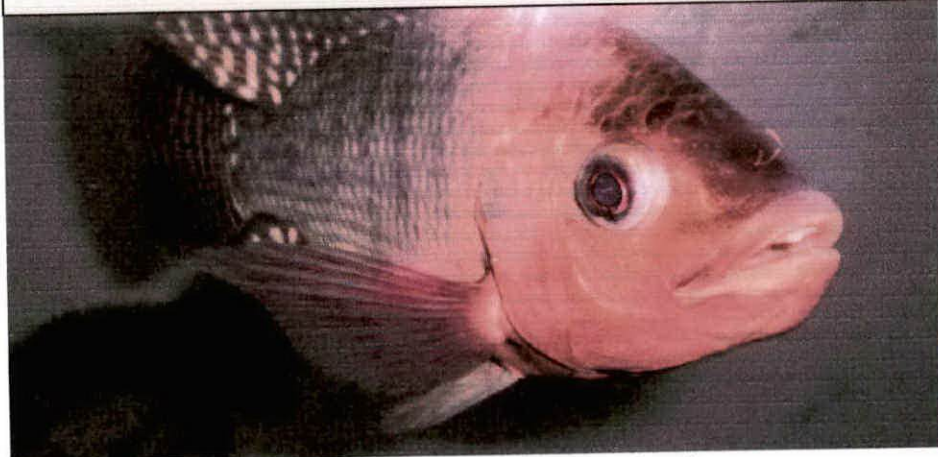


MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

Option : Aquaculture

Présenté par : BENTOUMI Adel et KAHIL Nacéra

« Etude expérimentale de la croissance du tilapia
oreochromis niloticus en fonction de la salinité et
de la densité de mise en charge »



Soutenu devant la commission d'examen composée de :

Mr O. Sefiane : président

Mr W. Refes : examinateur

Mr A. Bouaziz : examinateur

Mr D.E. Zouakh : promoteur

SOMMAIRE

Avant-propos

Introduction1

Généralités

1. Caractéristiques taxonomiques	2
2. Caractéristiques morphologiques	2
3. Répartition géographique	4
4. Exigences écologiques	6
• Salinité	
• PH :	
• Oxygène dissous	
• Température	
5. Régime alimentaire	7
6. Reproduction	7
7. Croissance	8

Matériel et méthodes

1. Matériel	9
1.1. Matériel biologique	9
1.2. Conditions expérimentales	9
1.3. Dispositif expérimental	11
2. Protocole expérimental.....	14
2.1. Phase d'adaptation.....	14
2.2. Phase expérimentale	15
2.2.1. Suivi des poissons et des conditions physico-chimiques	15
2.2.2. Alimentation	15

3. Méthodes de calcul	16
3.1. Principe de la méthode de BHATTACHARYA (1967)	16
3.2. Estimation de L_{∞} , K et t_0 des équations de Van BERTALANFFY.....	17
3.3. Etude de la croissance	17
3.4. Détermination du taux de mortalité	17

Résultats et discussions

1. Etude de la croissance	18
1.1. Suivi de la croissance linéaire	18
1.2. Suivi de la croissance pondérale	19
1.3. Détermination de la clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya	21
1.4. Calcul du taux de croissance	33
2. Mortalité	34
2.1. Calcul du taux de mortalité	34
2.2. Discussion	34
Conclusion	35
Bibliographie	36

Annexe

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays méditerranéens, l'aquaculture est en plein développement. Cette activité est le plus souvent perçue comme une activité nouvelle venant au secours d'une activité de pêche en déclin ainsi que comme une solution possible à des besoins protidiques des populations dont le rapport qualité/prix est intéressant à plus d'un titre.

Bien qu'encore nouvelle en Algérie, l'aquaculture est une discipline qui a suscité l'intérêt des décideurs du pays. Ainsi, des dispositifs sur les plans tant juridiques que de soutien ont été mis en place par les pouvoirs publics afin de promouvoir cette activité. En effet, La production aquacole a connu une nette amélioration après l'application du Plan National de Développement de l'Aquaculture (PNDA), elle est ainsi passée de 250 t en 1999 à 454 t en 2001.

Cette activité très prometteuse a mis en objectif une production de 30 000 t/an à moyen terme avec la création de 10 000 postes d'emplois directs et 60 000 postes indirects ¹.

Dans cette perspective, une opération d'introduction de Tilapia de souche pure *Oreochromis niloticus*, provenant d'Egypte dans le cadre de la coopération sectorielle algéro-égyptienne, a eu lieu en avril 2002. Ces poissons ont été distribués aux agriculteurs disposant d'infrastructures hydriques à usage d'irrigation agricole. Aussi, vu la croissance rapide des mâles par rapport aux femelles, une production monosexue est envisagée pour participer à l'autosuffisance alimentaire en protéines et subvenir aux besoins du consommateur.

Notre travail s'intéresse justement à cette espèce de tilapia : *Oreochromis niloticus* qui est signalée dans la bibliographie comme étant une espèce à large valence écologique aux conditions physico-chimiques.

Le but de nos travaux est d'adapter *Oreochromis niloticus* à différentes salinités et à différentes densités de mise en charge et voir l'impact de ces paramètres sur la croissance de cette espèce.

¹ Source : Profil de la pêche par pays. FAO. Novembre 2003.

1. Caractéristiques taxonomiques :

Le genre *Tilapia*, a été subdivisé en trois sous genres : *Tilapia*, *Sarotherodon*, et *Neotilapia*.

Avec la découverte d'espèces nouvelles, le nombre de *Tilapia* a fortement augmenté, ce qui a conduit les systématiciens à revoir la taxonomie de ce genre.

Dernièrement, certains taxonomistes s'accordaient à diviser les *tilapiinés* en quatre groupes se basant non seulement sur les caractères anatomiques, mais aussi, originalité en taxonomie, sur le comportement reproducteur et la nutrition (Trewavas, 1980, 1981, 1983), à savoir :

- Incubation des œufs sur substrat avec garde biparentale, macrophytophages : *Tilapia*
- Incubation buccale avec garde biparentale ou paternelle, planctonophages : *Sarotherodon*
- Incubation buccale avec garde maternelle, planctonophages : *Oreochromis*
- Caractéristiques morphologiques et écologiques particulières : *Danakilia*

Selon la classification de Trewavas, 1981, le tilapia appartient :

- Règne : Animal
- Embranchement : Métazoaires
- Super classe : Gnatostomes
- Classe : Poissons
- Sous classe : Téléostéens
- Ordre : Perciformes
- Super famille : Percoïdes
- Famille : Cichlidae
- Genre : *Oreochromis*
- Espèce : *Oreochromis niloticus*

2. Caractéristiques morphologiques :

Oreochromis niloticus a une forme trapue avec une coloration grisâtre avec poitrine et flancs rosâtres et une alternance de bandes verticales claires et noires nettement visibles, la nageoire caudale est arrondie avec des stries brunes verticales dont le nombre augmente avec l'âge.

On reconnaît les adultes de cette espèce par :

- Un nombre élevé de branchiospines fines et longues (18 à 28 sur la partie inférieure du premier arc branchial, et 4 à 7 sur la partie supérieure)
- Une nageoire dorsale longue à partie antérieure épineuse (17 à 18 épines) et à partie postérieure molle (12 à 14 rayons)
- Un liséré noir en bordure de la nageoire dorsale et caudale chez les mâles

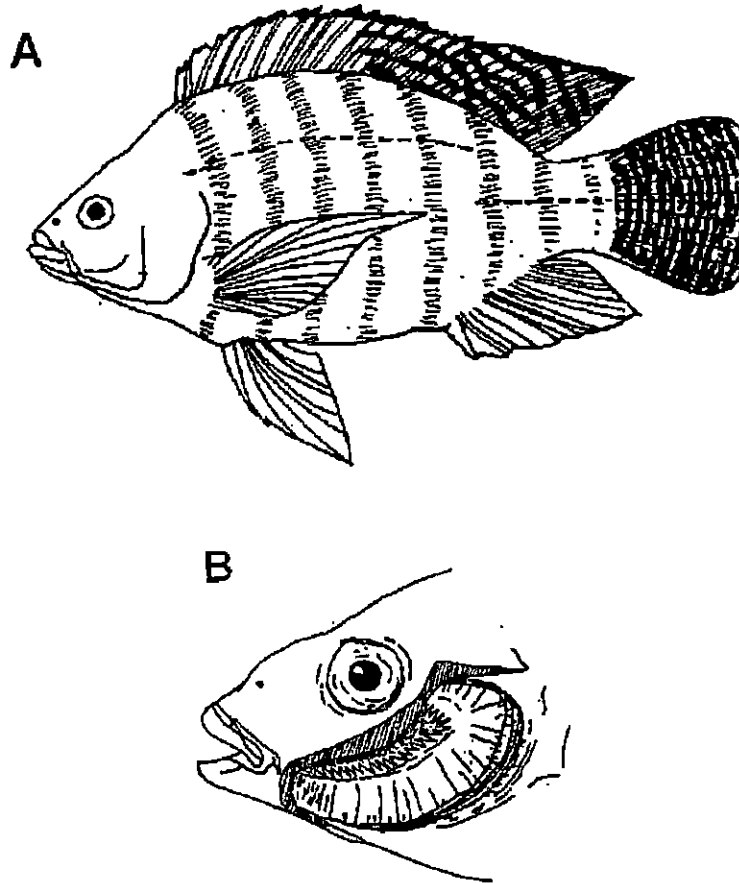


Figure 1 : Caractéristiques morphologiques spécifiques de *Tilapia Oreochromis niloticus* .

A : Tilapia adulte avec barres noires verticales typiques sur la nageoire caudale.

B : Tête de Tilapia avec premier arc branchial découvert (18 et 4 branchiospines respectivement sur partie inférieure et supérieure). (D'après Pullin, 1988).

Le dimorphisme sexuel est périodiquement complété par un changement de robe aussi bien chez le mâle que chez la femelle.

En examinant la papille génitale qui chez la femelle présente un oviducte entre l'anus et l'urètre, soit trois orifices, la papille génitale chez la femelle est petite, arrondie avec une fente transversale au milieu, alors que chez le mâle ; elle est protubérante en forme de cône et porte un pore uro-génital à l'extrémité.

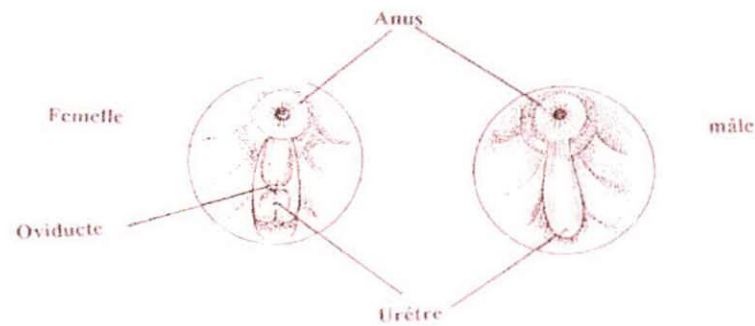


Figure 2 : Différenciation sexuelle chez le Tilapia *Oreochromis niloticus*

3. Répartition géographique :

Oreochromis niloticus présente une répartition originelle strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, des Volta, du Sénégal et du Jourdain (PHILIPPART et RUWET, 1982) (fig. 3).

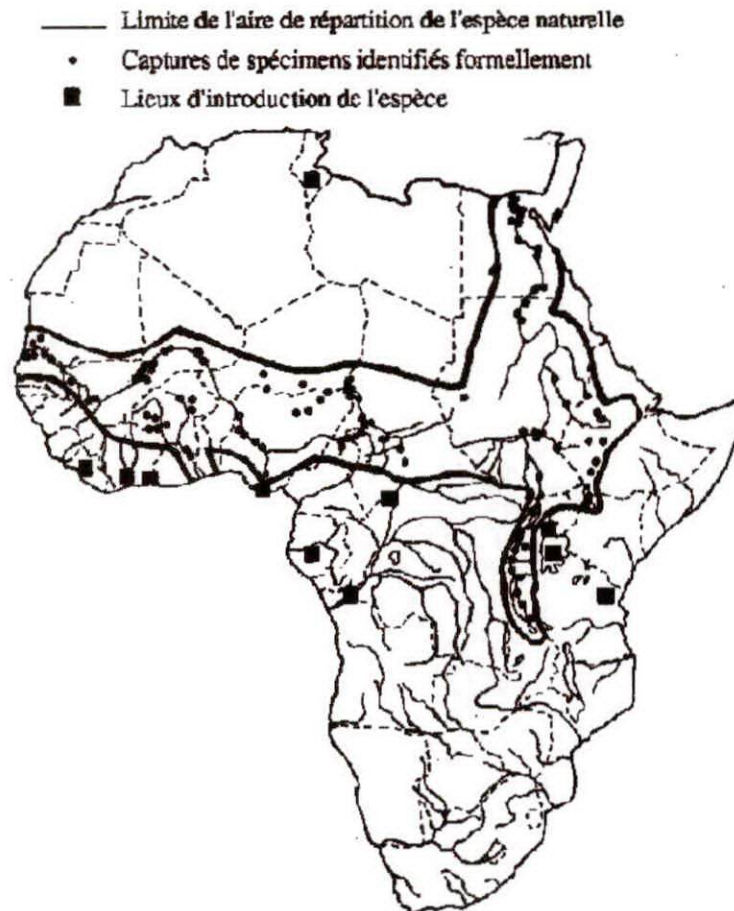


Figure 3: Répartition géographique originelle et introduction de *Tilapia Oreochromis niloticus* en Afrique (modifiée d'après Philippart et Ruwet, 1982)

Oreochromis niloticus est l'espèce piscicole la plus intéressante. L'élevage d'autres espèces comme : *Oreochromis galileus*, *Oreochromis macrochir*, *Oreochromis audersonii* et *Oreochromis mossambicus* est moins intéressant.

Cette espèce, d'abord introduite à Madagascar, est également élevée en Asie dans les régions de grande tradition piscicole comme : Israël, les Philippines, le Sri Lanka et Taiwan et parfois même associée à la riziculture comme en Thaïlande et en Indonésie.

Elle est élevée aussi en Amérique du Nord et du Sud notamment en Amazonie.

En Algérie, des alevins de tilapia *oreochromis niloticus* ont été importés d'Égypte en avril 2002 par le ministère de la pêche et des ressources halieutiques. Une quantité de cette espèce a été introduite dans différentes régions chaudes du pays (figure 4).

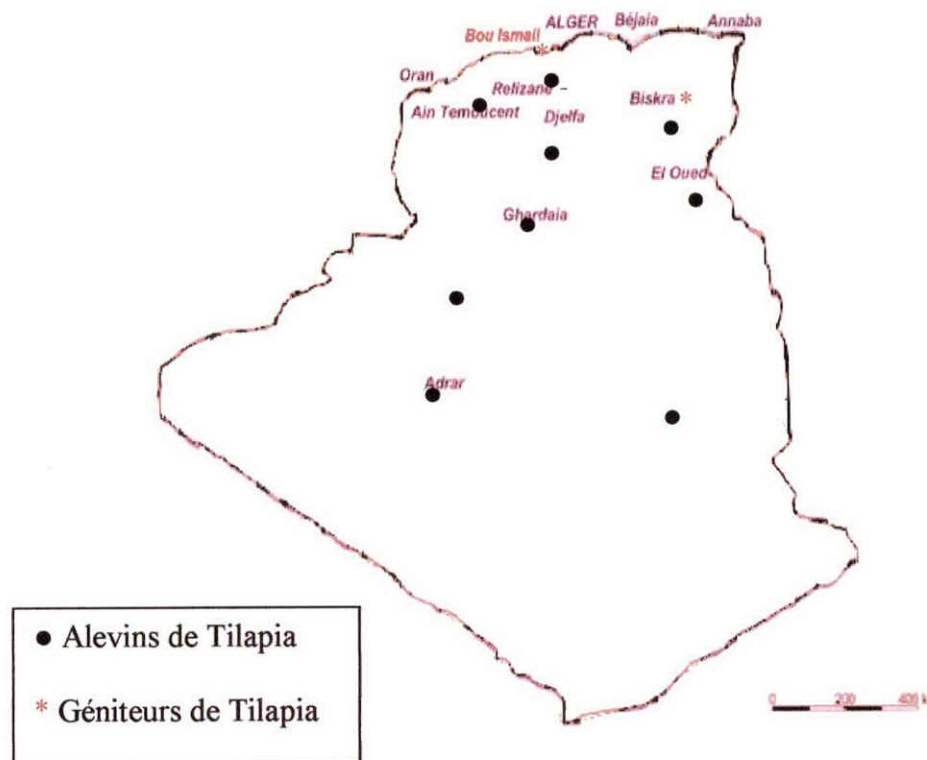


Figure 4 : Régions concernées par les introductions de Tilapia *Oreochromis niloticus*
(Source : C.N.D.P.A).

4. Exigences écologiques :

- **Salinité :**

De nombreuses études de terrain et de laboratoire (Pullin et Low-Mc Connel, 1982 ; Fishelson et Yaron, 1983 ; Plisnier et al, 1988) montrent que *Oreochromis niloticus* est une espèce relativement euryhaline.

Son euryhalinité est en effet bien connue, car on le rencontre dans des eaux de salinité comprise entre 0.015 et 30 ‰

Toutefois, au-delà de plus ou moins 20 ‰ l'espèce subit un stress important qui la rend sensible à une série de maladie.

En outre, la reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰. Des taux de croissance faibles, associés à des mortalités élevées, ont été observés chez différentes espèces de tilapia élevées en eau saumâtre (Doudet, 1986 ; Morissens 1987)

Les résultats peuvent paraître contradictoires par rapport à l'image classique du *tilapia* capable de résister à la salinité, néanmoins il est à souligner que la plupart de ces études ont été réalisées en laboratoire et souvent sur une période de temps court.

Dans le milieu naturel, les poissons ont à faire face à des fluctuations de salinité, de température et de qualité d'eau pendant plusieurs mois, ce qui rend l'adaptation à la salinité difficile.

- **pH :**

Oreochromis niloticus tolère des fluctuations de pH importantes ce qui explique sa présence dans des eaux avec des valeurs de pH comprises entre 5 et 11.

L'optimum se situe entre 6.5 et 8.5 (Wangead et al, 1987).

- **Oxygène dissous :**

Cette espèce tolère à la fois de nets déficits d'oxygène dissous et des sursaturations importantes, son exigence en oxygène dissous est de 4 à 5 mg/l.

Ainsi, jusqu'à 3 ppm d'oxygène dissous, *Oreochromis niloticus* ne présente pas de difficulté métabolique particulière, bien que la mortalité ne survienne qu'après 6 heures d'exposition.

Grâce à son hémoglobine particulière à haute affinité pour l'oxygène dissous (0.12 ppm), cette espèce peut supporter sur de courtes périodes, des concentrations aussi faibles que 0.1 ppm d'oxygène dissous.

- **Température :**

Oreochromis niloticus est une espèce dite thermophile, on la rencontre en milieu naturel entre 13.5 et 33°C (Malcom et al, 2000).

Mais, l'intervalle de tolérance thermique observé en laboratoire est plus large, il est en effet compris entre 7 et 41°C, et ce, pendant plusieurs heures (Balarin et Hatton, 1979).

Quant à la température optimale de reproduction ; elle se situe entre 26 et 28°C, le minimum étant de 22°C.

5. Régime alimentaire :

Les arcs branchiaux de cette espèce disposent de branchiospines fines, longues et nombreuses. L'eau qui y transite est véritablement filtrée de son plancton.

En milieu naturel, *O. niloticus* est essentiellement phytoplanctonophage et consomme de multiples espèces de *Chlorophycées*, *Cyanophycées* et *Euglenophycées*.

En milieu artificiel, cette espèce est pratiquement omnivore ; valorisant divers déchets agricoles, tirant parti des excréments de volailles, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés. Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale, elle est à la base de sa haute potentialité aquacole.

6. Reproduction :

La maturité sexuelle peut intervenir dès 3 à 4 mois dans certains élevages, mais elle est de 6 mois en moyenne. Dans le milieu naturel, elle est de plus d'un an.

Lorsque les conditions du milieu sont favorables, les mâles se rassemblent en arène de reproduction sur une zone en pente faible à substrat meuble, sableux ou argileux où ils délimitent chacun leur territoire et creusent un nid en forme d'assiette creuse.

Les femelles vivent en groupe à l'écart des arènes de reproduction où elles effectuent de brefs passages. En allant d'un territoire à l'autre, elles sont sollicitées successivement par les mâles.

Après une parade nuptiale de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'ovules que le mâle féconde immédiatement et que la femelle reprend en bouche et les y garde pendant la durée d'incubation (soit 4 à 5 jours) et celle de la résorption de la vésicule vitelline (étape durant de 7 à 12 jours).

Les alevins s'échappent alors de la bouche de la mère, dans laquelle ils vont se réfugier en cas de danger. Ils deviennent indépendants au bout d'une quinzaine de jours, à la taille de 11 mm, alors qu'ils mesuraient 4 à 5 mm à la naissance. Les alevins sont phytophages et zooplanctonophages.

En milieu naturel, une femelle en bonne condition se reproduit toutes les 6 à 8 semaines, ce qui, à raison de 800 à 1000 œufs en moyenne pour une femelle de 250 g, risque de conduire rapidement au surpeuplement et au nanisme en milieu mal contrôlé.

Dans les milieux naturels, la taille de première maturité varie généralement entre 14 à 20 cm, mais peut atteindre 28 cm et diffère chez les mâles et les femelles.

Toutefois, cette taille peut se modifier au sein d'une même population en fonction des conditions fluctuantes du milieu.

Selon LOW-McCONNEL (1982), les facteurs qui font diminuer la taille de maturation sont :

- Mauvaise condition relative ;
- Dimension réduite du milieu ;
- Déficit alimentaire qualitatif et quantitatif ;
- Pêche trop intensive.

7. Croissance :

En général, *Oreochromis niloticus* est connu pour sa croissance rapide (Low-Mc Connel, 1982) et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia (PAULY et al, 1988)

Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans) et sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux.

Chez *Oreochromis niloticus*, un important dimorphisme sexuel de la croissance est observé et joue en faveur des mâles. Cette différence de croissance se marque dès 30 à 40 g qui représente le poids à partir duquel les femelles acquièrent la maturité sexuelle et investissent donc une grande partie de l'énergie alimentaire dans la production d'ovule et dans la garde parentale des jeunes (incubation buccale).

Pour remédier à ces problèmes de faible croissance des femelles, différentes techniques sont utilisées comme :

- L'élimination des femelles par sexage manuel. Cette technique n'est pas efficace à 100 % et nécessite beaucoup de main d'œuvre.
- L'élevage intensif permet de supprimer les reproductions, grâce à l'effet inhibiteur des densités de peuplements élevés. C'est pour cela que la croissance des femelles est plus élevée dans ce système d'élevage.
- L'hybridation d'espèces de tilapia dont les caractéristiques sont telles ; que la progéniture est en grande proportion composée de mâles (plus de 90 %) par exemple :
 - *Oreochromis aureus* mâle x *Oreochromis niloticus* femelle
 - *Oreochromis macrochir* mâle x *Oreochromis niloticus* femelle
 - *Oreochromis hornorum* mâle x *Oreochromis niloticus* femelle
- L'inversion hormonale : cette technique consiste à administrer aux alevins (dès la résorption) pendant un mois, de la 17 α méthyle testostérone dans l'aliment à raison de 50 mg / Kg d'aliment. Les alevins à génotype femelles sont amenés à se développer en tant que mâles ainsi on obtient 100 % de mâles.

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

Pour notre étude, le Centre National de Documentation pour la Pêche et l'Aquaculture (C.N.D.P.A.) de Bou-Ismaïl (fig. 5) nous a fourni 180 alevins de tilapia appartenant à l'espèce *Oreochromis niloticus* dont le poids moyen est de 3,5 g et la taille moyenne de 6 cm.

1.2. Conditions expérimentales

Toutes nos expérimentations ont été réalisées dans un laboratoire du CNDPA de Bou-Ismaïl (fig. 6). Les 180 individus ont été répartis en 6 lots de 30 individus chacun.

Les six aquariums sont soumis aux mêmes taux de nourrissage et aux mêmes conditions physico-chimiques (température, oxygène, pH, nourriture, ...), excepté la salinité et la densité de mise en charge. Nous avons contrôlé ce dernier paramètre en faisant varier le volume d'eau de chaque aquarium.

Pour les aquariums (1), (2) et (3) le volume d'eau était de 60 litres pour 30 individus dans chaque aquarium ; ce qui nous donne une mise en charge de 1 individu par 2 l.

- Pour les aquariums (4), (5) et (6) le volume d'eau était de 45 litres pour 30 individus ; ce qu'il nous permet d'obtenir une mise en charge de 1 individu dans 1.5 l. (Tab. I).

Tableau I : Taux de salinité et volume d'eau dans les 6 aquariums

Aquarium	Salinité (‰)	Volume d'eau (litre)
(1)	0 (témoin)	60
(2)	20	60
(3)	30	60
(4)	0 (témoin)	45
(5)	20	45
(6)	30	45



Figure 5 : Centre national de documentation pour la pêche et l'aquaculture

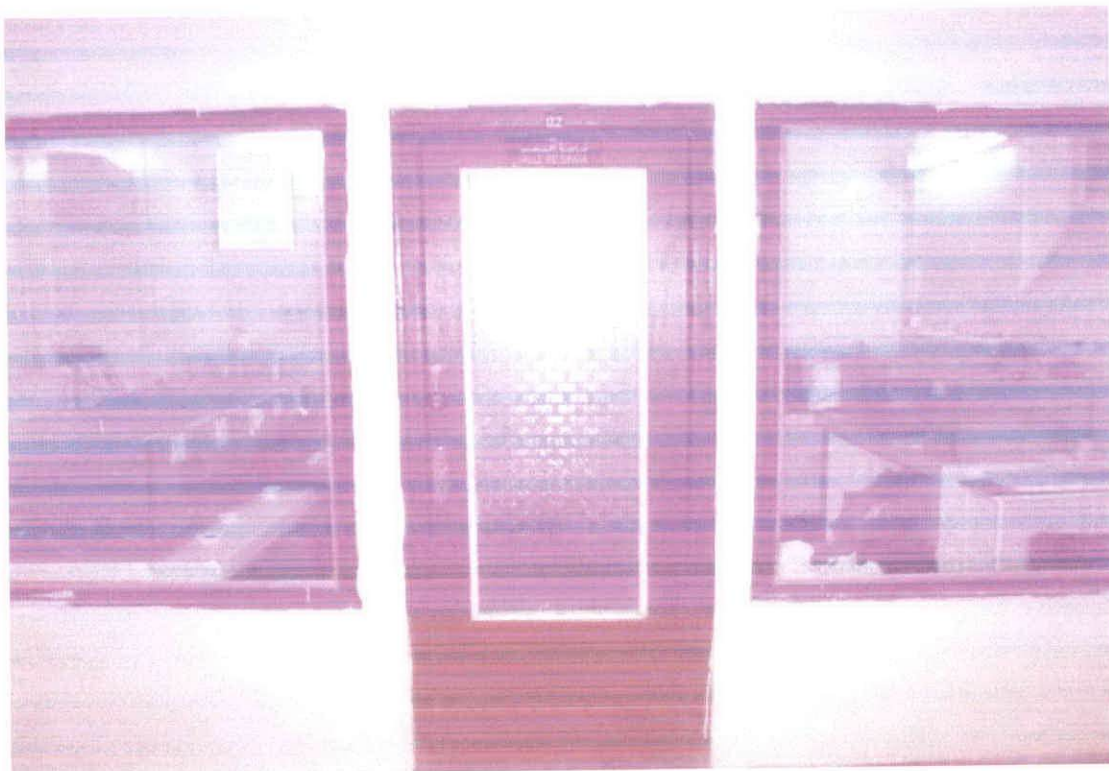


Figure 6 : Laboratoire du CNDPA de Bou-Ismaïl

1.3. Dispositif expérimental

Pour notre expérience, nous avons utilisé six aquariums d'une capacité de 100 litres chacun (fig. 7). Les aquariums (1), (2) et (3) sont munis :

- d'une pompe à air à double sorties (fig. 8) ; l'une des deux sorties est reliée à un filtre sous-sable qui sert à débarrasser l'eau des débris rejetés par les alevins, l'autre sortie est reliée à un diffuseur pour l'oxygénation de l'eau,
- d'un thermostat (fig. 9) qui sert à régler et à garder la température de l'eau constante.

Les aquariums (4), (5) et (6) sont munis :

- d'un filtre mécanique qui sert à filtrer l'eau des débris (500 litres/heure) et à l'oxygéner par un jet d'eau. nous avons eu recours à ce système car le filtre sous-sable ne fonctionne pas pour des volumes d'eau de 45 litres ; ce qui correspond dans notre type d'aquarium à 14 cm de hauteur (fig. 10),
- d'un thermostat.

Pour le suivi de notre travail, nous avons utilisé le matériel suivant :

- une balance électronique pour la pesée des poissons et de la ration alimentaire (fig. 11),
- un ichtyomètre pour mesurer la taille des individus (fig. 12),
- une pompe manuelle pour la vidange des aquariums,
- une épuisette pour la capture des poissons (fig. 13),
- un réfractomètre pour mesurer la salinité surtout au cours de la phase d'adaptation (fig. 14),
- un thermomètre pour mesurer la température,
- un oxymètre pour mesurer l'oxygène dissous dans chaque aquarium,
- un pH-mètre pour la mesure du pH (fig. 15),
- et parfois un analyseur multiparamètres qui nous permet de mesurer plusieurs paramètres à la fois (température, salinité, oxygène dissous, pH ...) lorsque les appareils utilisés quotidiennement font défaut (fig. 16).



Figure 7 : Les six aquariums d'une capacité de 100 litres chacun



Figure 8 : Pompe à air à double sorties

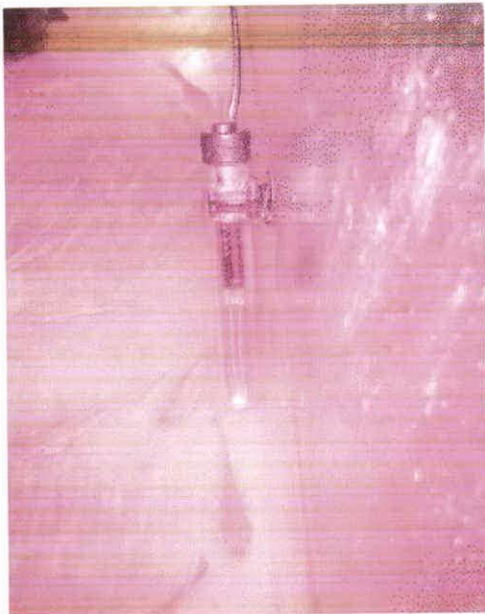


Figure 9 : Thermostat



Figure 10 : Filtre mécanique



Figure 11 : Balance électronique

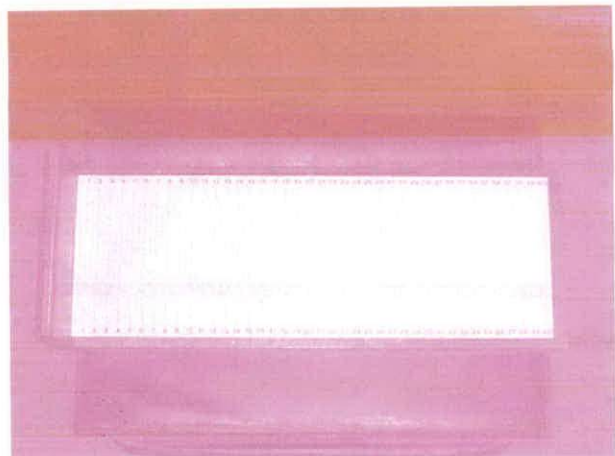


Figure 12 : Ichthyomètre

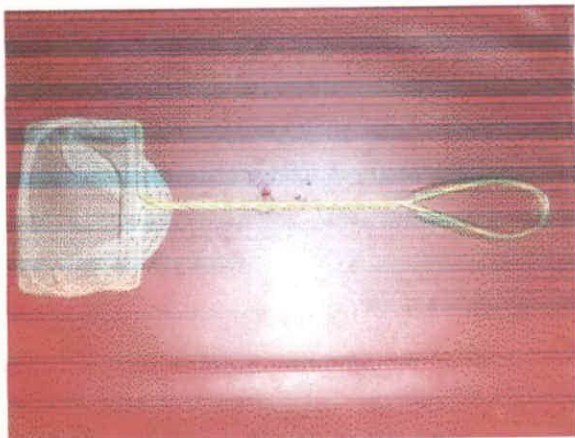


Figure 13 : Epuisette

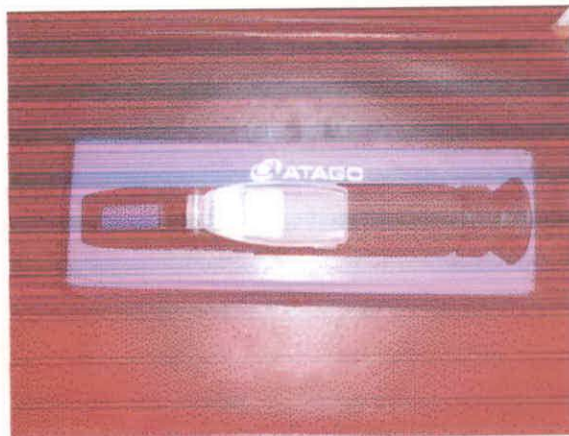


Figure 14 : Réfractomètre

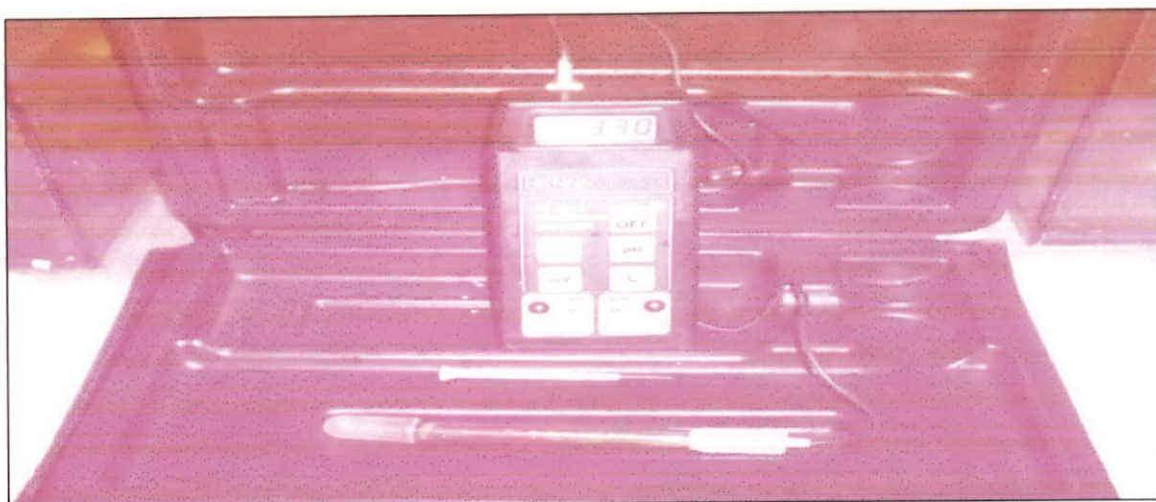


Figure 15 : pH-mètre

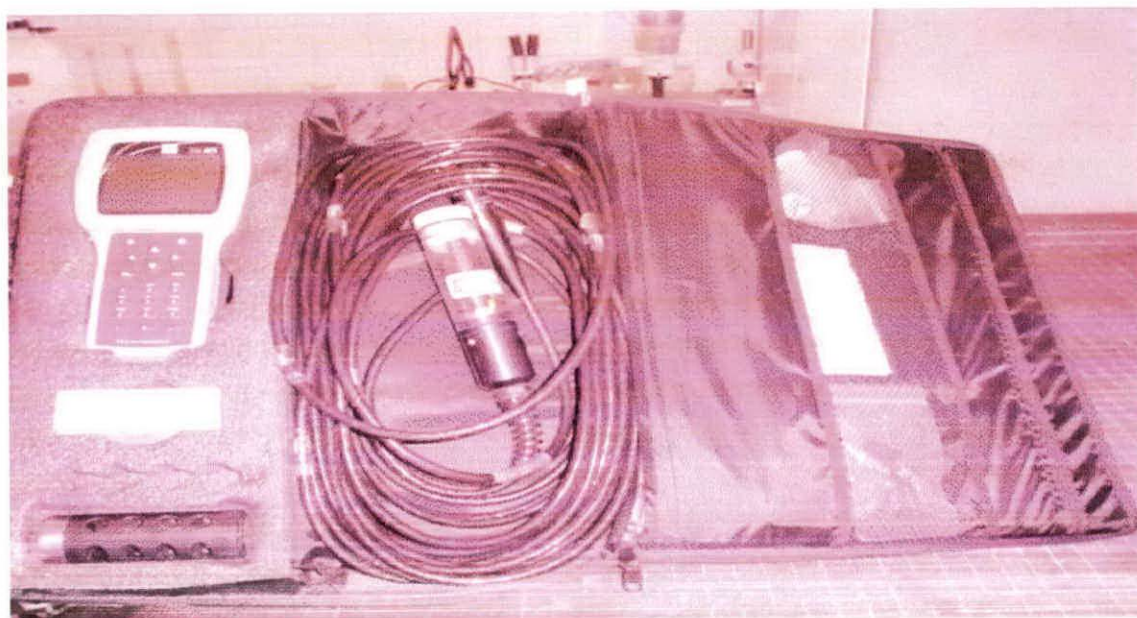


Figure 16 : Analyseur multiparamètres

2. Protocole expérimental

Notre travail s'est déroulé en deux phases : la première consiste en une phase d'adaptation tandis que la seconde constitue l'expérience proprement dite.

2.1. Phase d'adaptation

La phase d'adaptation a duré 12 jours, elle consiste à augmenter graduellement la salinité de l'eau pour chaque lot à raison de 2,5 ‰ chaque jour jusqu'à l'obtention de la salinité voulue. Cette phase nous permet d'éviter un choc hyalin aux alevins.

Mode de dilution :

Il est basé sur la loi de dilution :

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

Nous avons dilué l'eau de mer avec l'eau disponible au Centre dont la salinité est de 1,42 ‰.

Pour obtenir une eau à 2,5 ‰ (cas de la première dilution), nous effectuons le calcul suivant :

$$C_1 = 33 \text{ ‰ (salinité moyenne de l'eau de mer dans notre zone de prélèvement)}$$

$$V_1 = ?$$

$$C_2 = 2.5 - 1.42 = 1.08 \text{ ‰}$$

$$V_2 = 60 \text{ l}$$

D'où :

$$V_1 = (C_2 \cdot V_2) / C_1$$

$$V_1 = (1.08 \times 60) / 33 = 1.96 \text{ l d'eau de mer et } 58.04 \text{ l d'eau douce.}$$

Ainsi, nous avons commencé par le lot 3 et 6 dont la salinité finale été la plus élevée puis les lots 2 et 5 .

Les lots 1 et 4 ne sont pas concernés car ils représentent les lots témoins.

Les opérations d'ajustement des salinités sont détaillées dans le tableau II.

Tableau II : Ajustement progressif des salinités dans les 6 lots

Lots \ Jour	1 (témoin)	2 (20 ‰)	3 (30 ‰)	4 (témoin)	5 (20 ‰)	6 (30 ‰)
1			2.5			2.5
2			5			5
3			7.5			7.5
4			10			10
5		2.5	12.5		2.5	12.5
6		5	15		5	15
7		7.5	17.5		7.5	17.5
8		10	20		10	20
9		12.5	22.5		12.5	22.5
10		15	25		15	25
11		17.5	27.5		17.5	27.5
12		20	30		20	30

2.2. Phase expérimentale

Cette étape débute dès que tous les lots auront atteint la salinité voulue. La durée d'observation et de suivi a été fixée à 60 jours.

2.2.1. Suivi des poissons et des conditions physico-chimiques

- Renouvellement de 10 % de l'eau des aquariums 6 jours sur 7 ;
- Les paramètres physico-chimiques (température, salinité, pH, oxygène dissous) sont mesurés quotidiennement ;
- La vidange totale des 6 lots est effectuée tous les sept jours ;
- La pesée et la mesure de la taille des poissons sont effectuées tous les dix jours.

2.2.2. Alimentation

Les poissons des 6 lots sont nourris de la même façon tant du point de vue qualitatif (composition de l'aliment) que quantitatif (ration alimentaire).

- **Ration alimentaire** : elle est calculée de la manière suivante :

$$Ra = [P \times (10 / 100)] \times n$$

Ra : ration alimentaire journalière.

P : poids moyen des poissons.

n : nombre d'individus.

La ration alimentaire est recalculée à mesure que le poids moyen change.

- **Composition de l'aliment**

L'aliment utilisé doit être riche en protéines pour une croissance optimale des individus (AUNCEY et ROSS, 1989). Pour notre part, nous avons utilisé un aliment artificiel spécifique aux *Cichlidae* dont la composition est donnée dans le tableau III. Il est à noter que cet aliment est très riche en vitamines A, B1, B2, C et E.

Tableau III : Composition de l'aliment

Protéines brutes	Plus de 33 %
Fibres	Moins de 3 %
Humidité	10%
Matières grasses	Plus de 4 %
Cellulose	Moins de 3 %

3. Méthodes de calcul

3.1. Principe de la méthode de BHATTACHARYA (1967) :

C'est une méthode qui permet de séparer une population donnée en différentes sous populations. Cette méthode a pour principe de porter les variations logarithmiques de Y (nombre d'effectif) en fonction des centres de classes de tailles sur un graphe. Par cette méthode, nous obtenons des droites de pentes négatives et chacune d'elles correspond à une sous population dont on calculera la taille moyenne (m) et la variance (S^2) de la manière suivante :

$$\Delta \text{Ln } Y = \text{Ln } Y (X + H) - \text{Ln } Y (X)$$

H : intervalle de classe (amplitude)

Y (X) : effectif de la classe X

Y (X + H) : effectif de la classe suivante

- Nous utilisons la méthode des moindres rectangles pour tracer la droite à pente négative :

$$a = - S_y / S_x$$

$$b = Y - aX$$

- Calcul de la taille moyenne de chaque sous population à partir du graphe.

$$m = \lambda + H / 2$$

λ : abscisse du point d'intersection de la droite avec l'axe des X

- Calcul de la variance :

$$S^2 = H \cdot \text{Cotg } \varphi - H^2 / 2$$

φ : angle que forme la droite avec l'axe des X

3.2. Estimation de L_{∞} , K et t_0 des équations de Van BERTALANFFY :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t : longueur totale du poisson

L_{∞} : longueur asymptotique

K : constante qui fixe la façon dont la vitesse de croissance diminue quand la taille augmente dans l'intervalle d'âge considéré

t_0 : donne l'âge où la courbe ajustée aux valeurs rejoint l'axe des abscisses si on la prolongeait en deçà de l'âge minimal observé.

3.3. Etude de la croissance

Taux de croissance :

Il est calculé pour la taille et le poids en faisant la différence entre le poids moyen et la taille moyenne obtenus à la fin de l'expérience et le poids et taille moyens initiaux.

3.4. Détermination du taux de mortalité (T_m)

Le taux de mortalité est le rapport entre le nombre d'individus décédés et le nombre d'individus initial (Guelland, 1971).

$$T_m = n / N$$

Avec :

n = nombre d'individus morts

N = nombre d'individus initial.

1. Etude de la croissance

1.1. Suivi de la croissance linéaire :

Pour effectuer ce travail, nous avons mesuré au cours de la phase expérimentale nos individus. Ces mesures ont été faites tous les dix jours, les résultats sont illustrés dans le tableau IV et dans la figure 17.

Les tailles moyennes sont données en centimètres.

Tableau IV : Valeurs des tailles moyennes (centimètre) dans chaque lot

Mesure \ Lot	1	2	3	4	5	6
Première	7.9	8.14	7.59	7.89	7.6	7.4
Deuxième	8.59	8.85	8.27	8.59	8.22	7.89
Troisième	8.65	8.94	8.37	8.67	8.28	7.92
Quatrième	9.08	9.51	8.72	8.9	8.49	8.11
Cinquième	9.75	9.92	9.27	9.2	8.77	8.35
Sixième	10.16	10.26	9.75	9.31	8.92	8.63

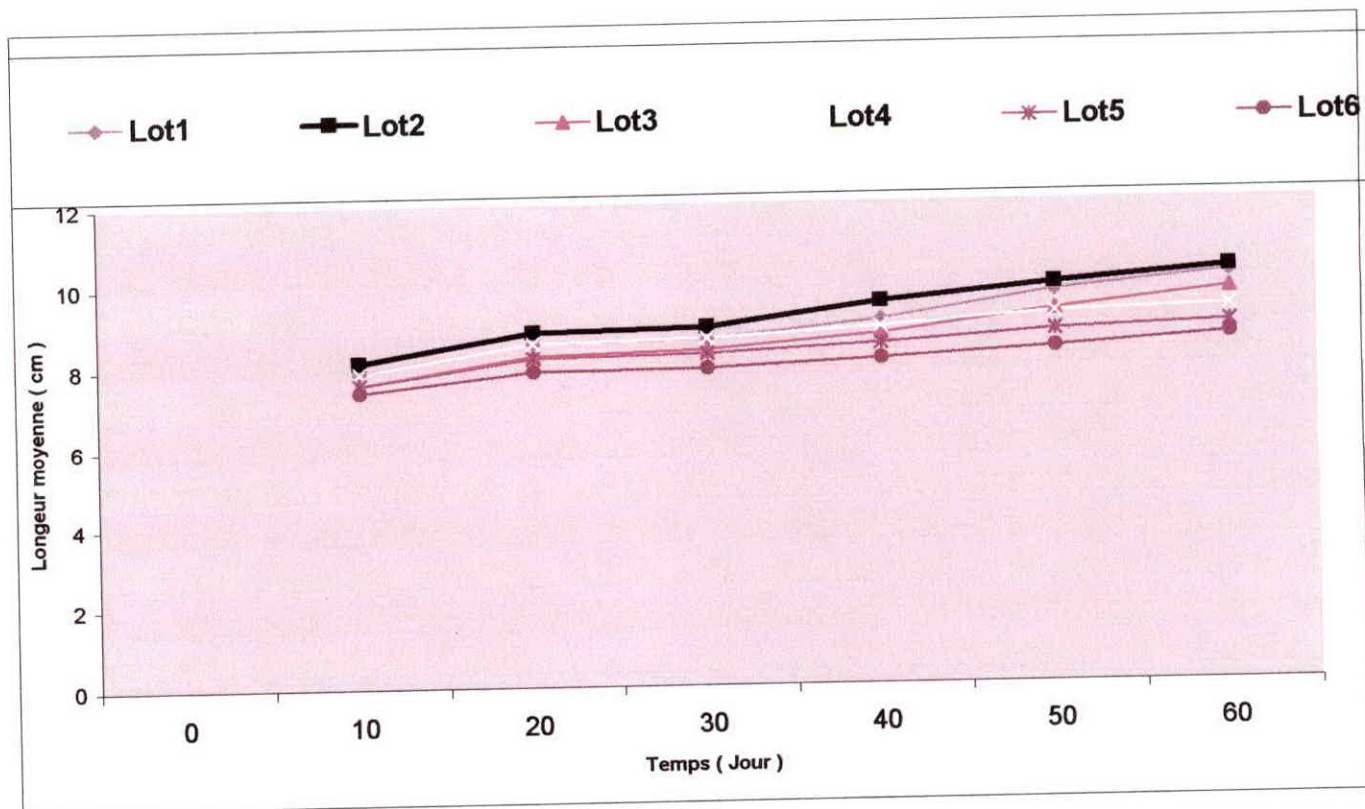


Figure 17 : Représentation graphique des tailles moyennes dans chaque lot

1.2. Suivi de la croissance pondérale :

Les pesées effectuées périodiquement ont permis de calculer les poids moyens pour chaque série de pesée et pour chaque lot (tab. V et fig. 18).

Tableau V : Valeurs des poids moyens (gramme) dans chaque lot

Pesée / Lot	1	2	3	4	5	6
Première	8.73	9.62	7.89	8.63	7.74	6.79
Deuxième	10.11	11.59	9.65	9.75	9.27	8.18
Troisième	11.69	12.69	10.53	10.58	9.52	8.39
Quatrième	12.54	13.12	11.31	11.65	9.73	8.53
Cinquième	14.8	13.77	12.92	12.58	10.25	9.24
Sixième	16.85	17.67	14.85	14.1	12.11	10.19

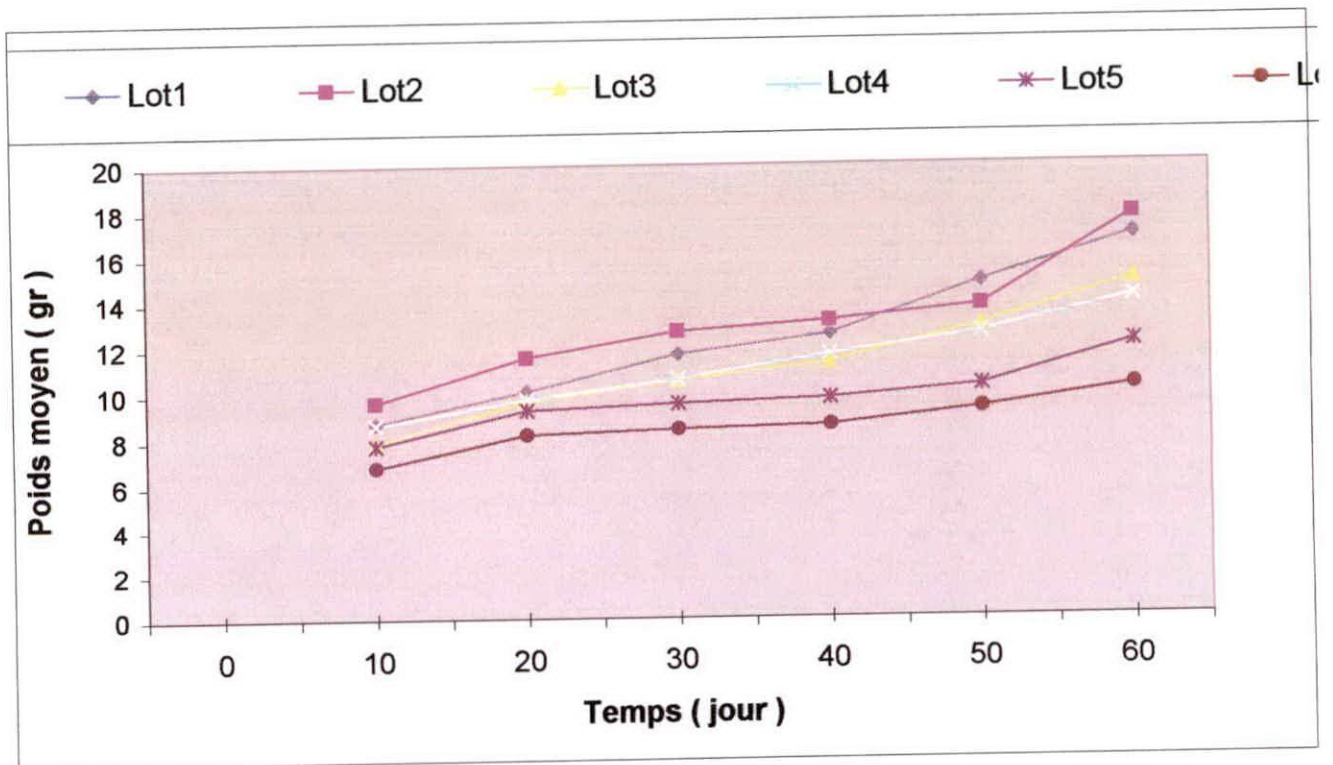


Figure 18 : Représentation graphique des poids moyens dans chaque lot

Selon les graphes représentant les poids moyens et les tailles moyennes de chaque lot en fonction du temps, nous pouvons subdiviser nos observations en deux ensembles ;

- Le premier ensemble concerne les lots (1), (2) et (3) ; dont la densité de mise en charge est la même, le seul facteur qui varie étant la salinité :
 - ✓ Nous remarquons que le lot (2) a une vitesse de croissance plus élevée, néanmoins, le lot (1) présente la même allure.
 - ✓ Le lot (3) est le lot qui présente la vitesse de croissance la plus basse.
- Le deuxième ensemble concerne les lots (4), (5) et (6) où la densité est constante et où la salinité varie :
 - ✓ Nous observons que le lot (4) croît plus rapidement que les lots (5) et (6).
 - ✓ Le lot (5) se développe mieux que le lot (6), bien qu'ils aient la même allure.

Nous constatons, toujours selon les graphes, que le premier ensemble (lot 1, 2 et 3) présente une vitesse de croissance plus importante que celle du deuxième ensemble (lots 4, 5 et 6) ; ces deux ensembles se différencient par la densité de mise en charge.

Nous pouvons interpréter ces observations de la manière suivante :

- Pour des densités de mise en charge d'un individu chaque deux litres, les individus se développent mieux dans des salinités de l'ordre de 20 ‰.
- Pour des densités de mise en charge d'un individu chaque 1.5 litres, la croissance est optimale dans notre lot témoin (eau douce).
- Nous pouvons avancer que la densité de mise en charge influe sur la croissance ; les individus se développent mieux dans le première ensemble (1 individu par 2 litres) que dans le second (1 individu par 1.5 litres).

1.3. Détermination de la clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya (1967) et des paramètres de croissance de Van Bertalanffy :

Pour la détermination de la clé âge-longueur et de la longueur moyenne et la variance S^2 des groupes d'âge nous avons utilisé le logiciel FISAT II.

- **lot 1 :**

Tableau IV : Distribution des fréquences de tailles pour le lot 1

Centre de classe (cm)	Effectif
5	1
5.5	3
6	2
6.5	9
7	9
7.5	16
8	14
8.5	25
9	19
9.5	18
10	25
10.5	8
11	12
11.5	7
12	3
12.5	1

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 1 en 4 sous populations (fig. 19).

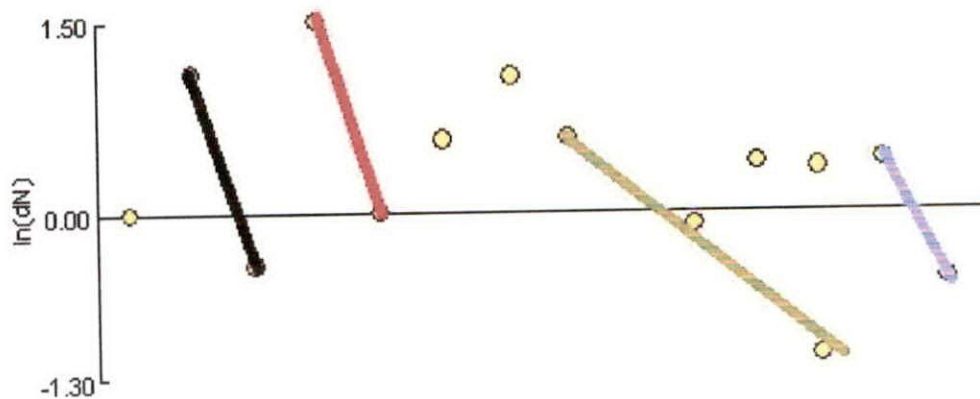


Figure 19 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 1

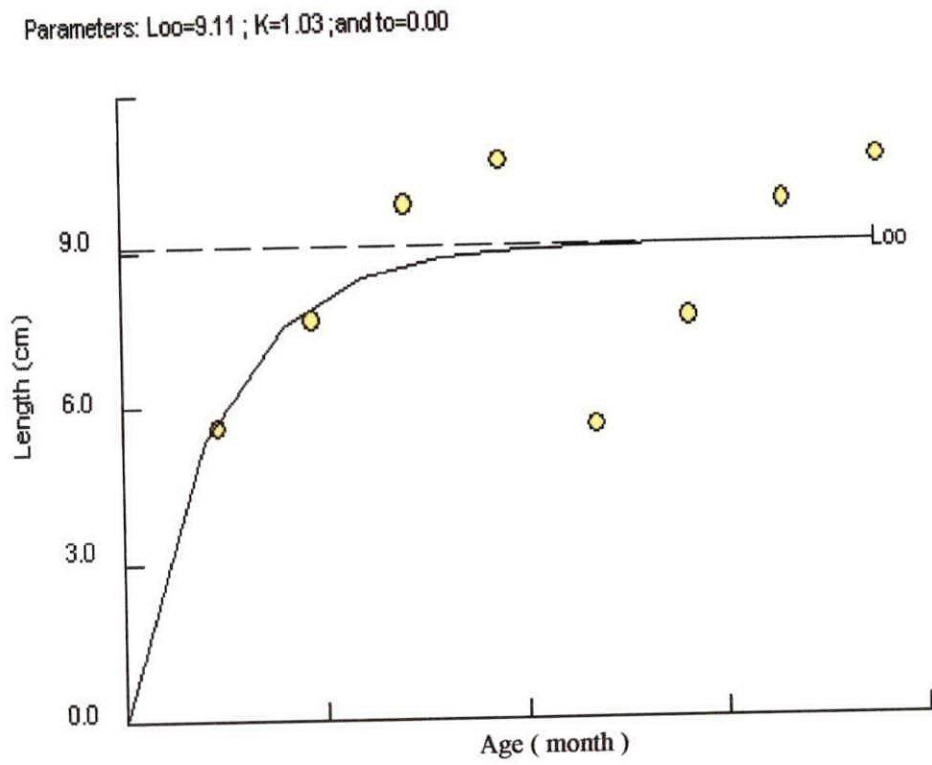


Figure 20 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 1

Tableau V : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 1

Groupe d'âge	1	2	3	4
Longueur moyenne (cm)	5.62	7.66	9.88	10.72
Variance S^2	0.41	0.59	0.40	0.77

• **Lot 2 :**

Tableau VI : Distribution des fréquences de tailles pour le lot 2

Centre de classe (cm)	Effectif
5	0
5.5	0
6	0
6.5	3
7	8
7.5	14
8	13
8.5	16
9	27
9.5	23
10	22
10.5	21
11	8
11.5	1
12	1
12.5	1

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 2 en 3 sous populations (fig. 21).

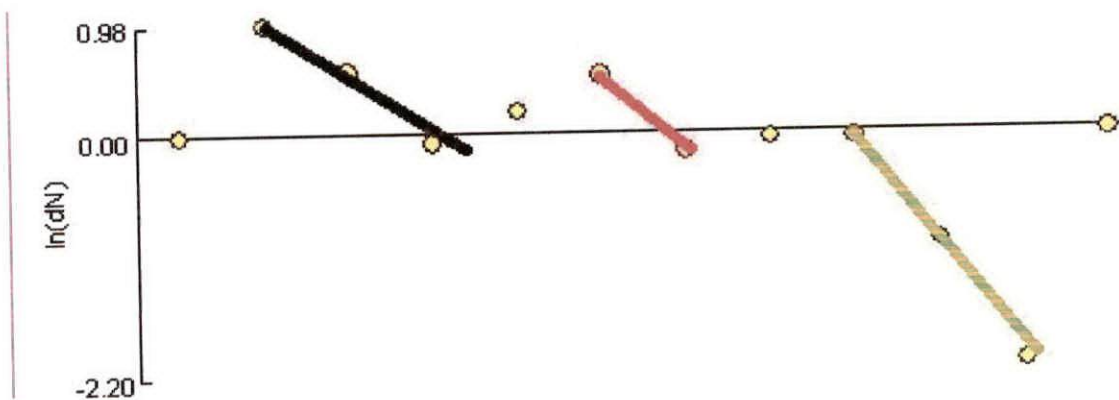


Figure 21 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 2

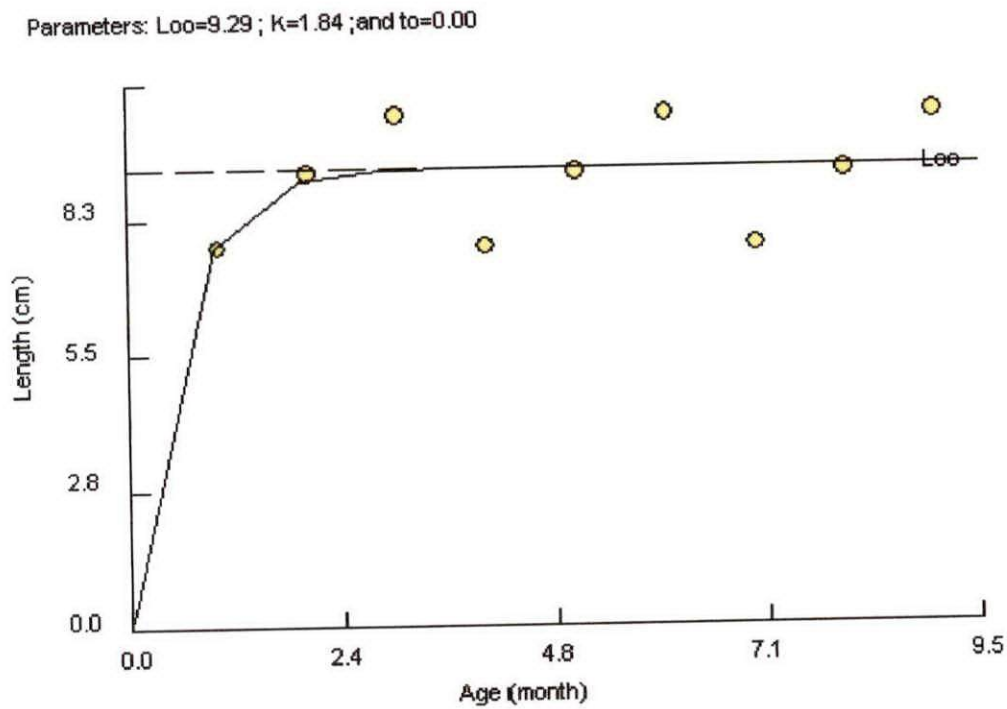


Figure 22 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 2

Tableau VII : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 2

Groupe d'âge	1	2	3
Longueur moyenne (cm)	7.71	9.21	10.37
Variance S^2	0.69	0.47	0.46

- **Lot 3 :**

Tableau VIII : Distribution des fréquences de tailles au niveau du lot 3

Centre de classe (cm)	Effectif
5	0
5.5	5
6	5
6.5	14
7	13
7.5	19
8	20
8.5	15
9	24
9.5	16
10	21
10.5	10
11	9
11.5	3
12	1
12.5	0

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 3 en 3 sous populations (fig. 23).

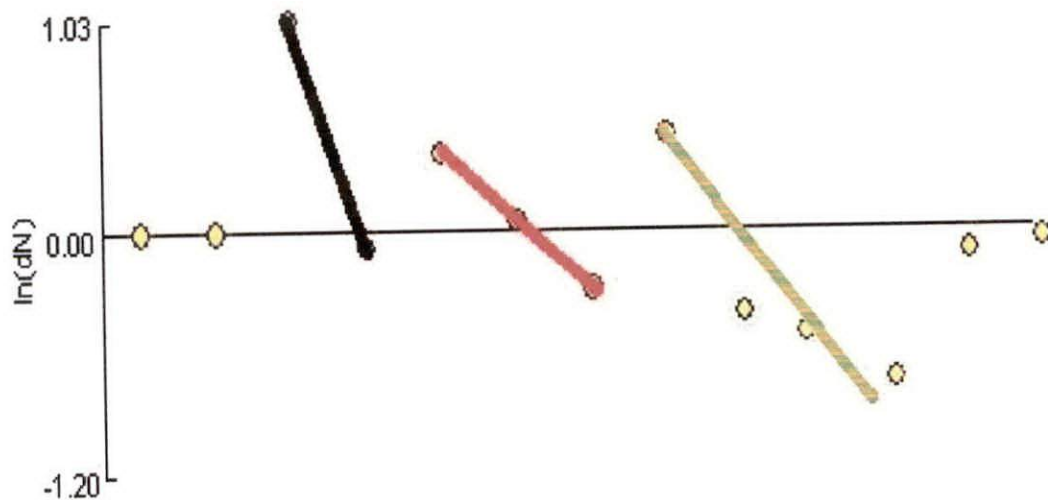


Figure 23 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 3

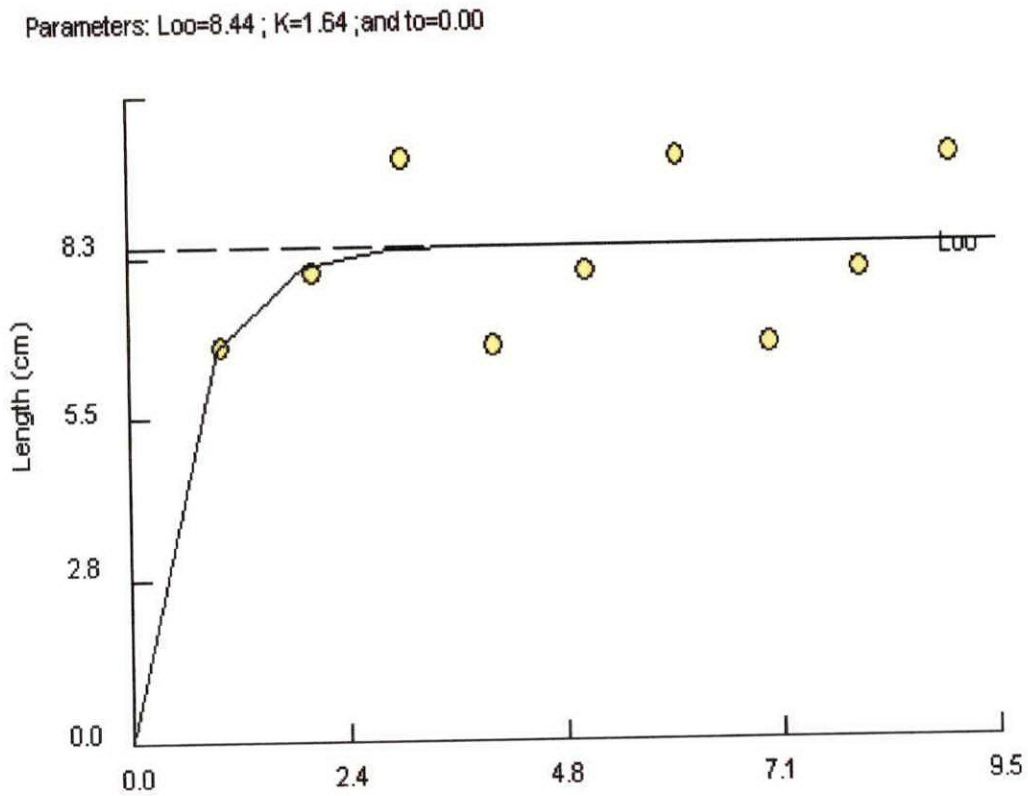


Figure 24 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 3

Tableau IX : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 3

Groupe d'âge	1	2	3
Longueur moyenne (cm)	6.72	8.00	9.92
Variance S^2	0.48	0.68	0.47

- **Lot 4 :**

Tableau X : Distribution des fréquences de tailles pour le lot 4

Centre de classe (cm)	Effectif
5	0
5.5	0
6	1
6.5	2
7	6
7.5	12
8	11
8.5	24
9	23
9.5	27
10	34
10.5	22
11	3
11.5	1
12	0
12.5	0

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 4 en 3 sous populations (fig. 25).

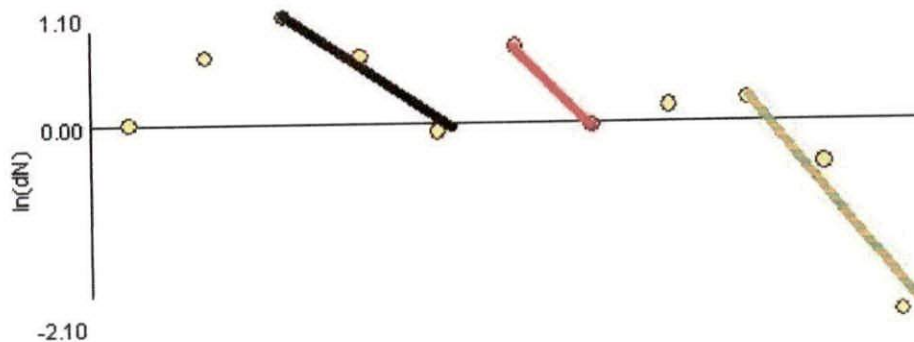


Figure 25 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 4

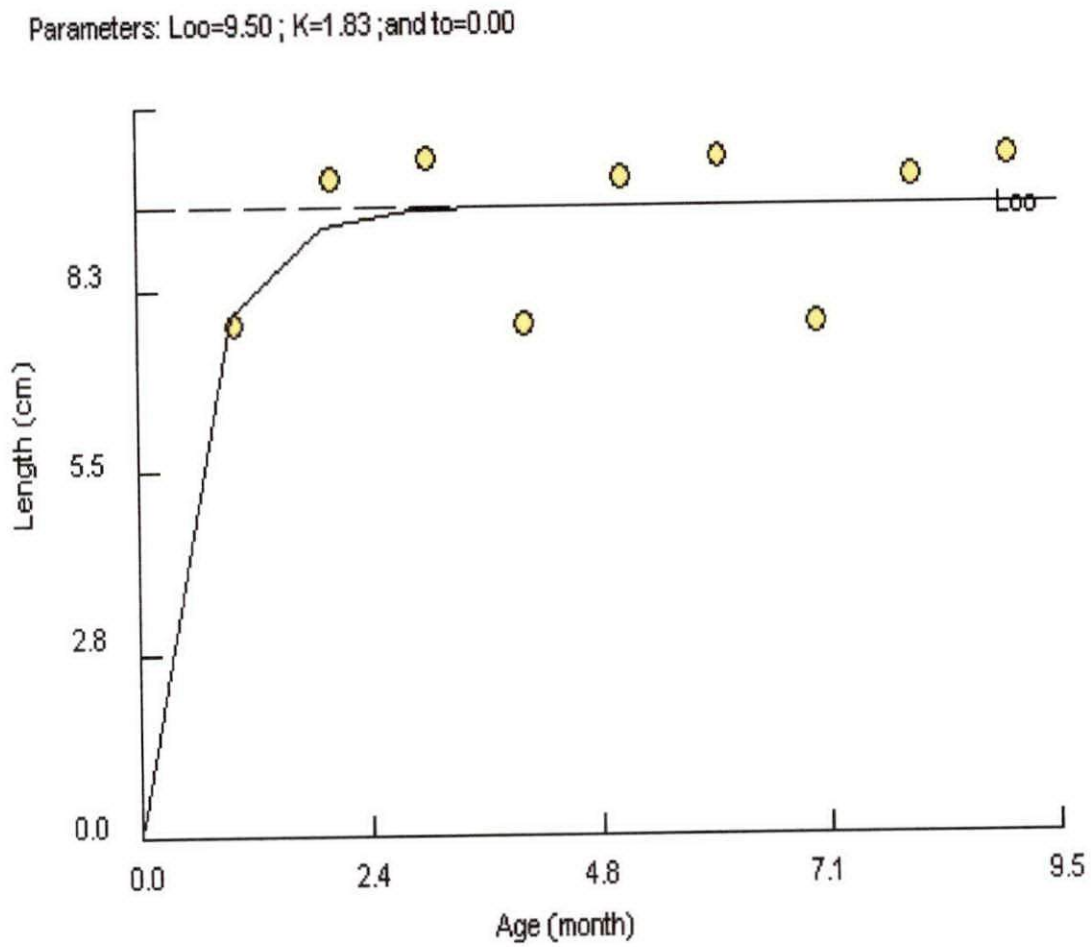


Figure26 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 4

Tableau XI : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 4

Groupe d'âge	1	2	3
Longueur moyenne (cm)	7.73	9.92	10.25
Variance S^2	0.65	0.47	0.63

- **Lot 5 :**

Tableau XII : Distribution des fréquences de tailles pour le lot 5

Centre de classe (cm)	Effectif
5	0
5.5	0
6	4
6.5	11
7	18
7.5	23
8	23
8.5	27
9	18
9.5	15
10	16
10.5	5
11	0
11.5	0
12	0
12.5	0

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 5 en 2 sous populations (fig. 27).

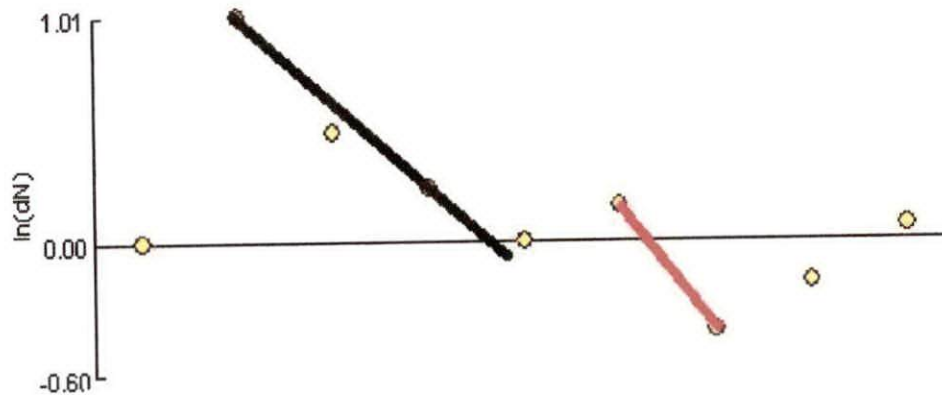


Figure 27 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 5

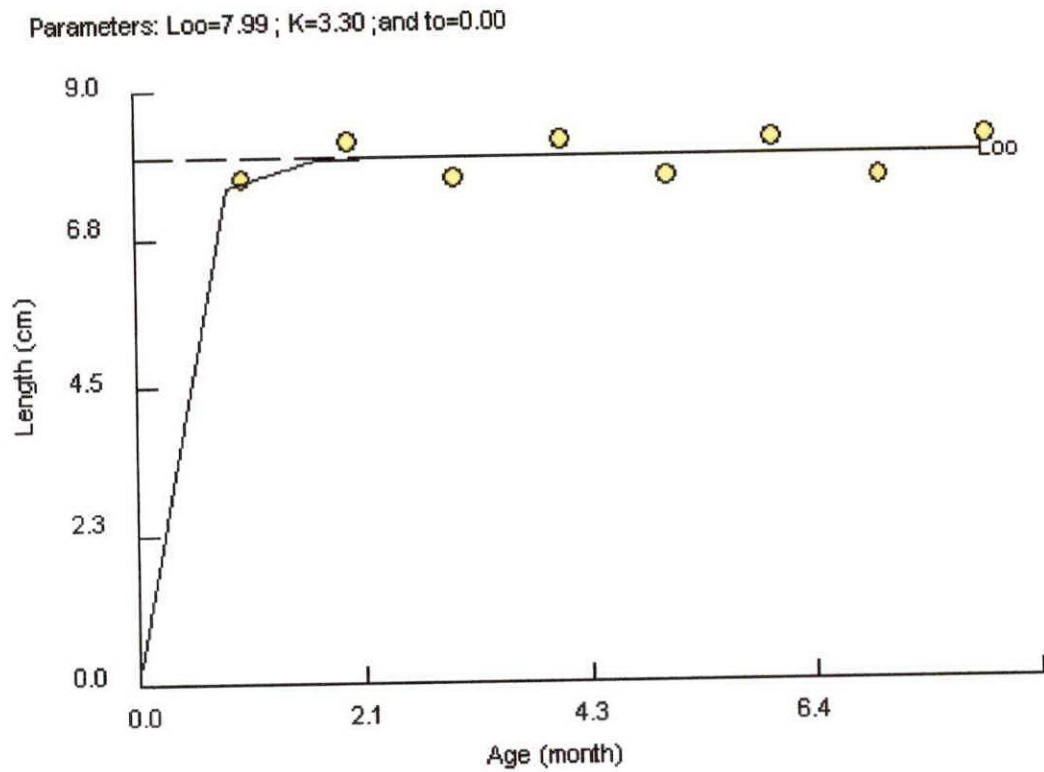


Figure 28 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 5

Tableau XIII : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 5

Groupe d'âge	1	2
Longueur moyenne (cm)	7.67	8.25
Variance S^2	0.87	1.63

- **Lot 6 :**

Tableau XIV : Distribution des fréquences de tailles pour le lot 6

Centre de classe (cm)	Effectif
5	0
5.5	0
6	8
6.5	20
7	25
7.5	16
8	29
8.5	20
9	18
9.5	20
10	8
10.5	1
11	0
11.5	0
12	0
12.5	0

La méthode de bhattacharya, nous permet de décomposer la population du lot 6 en 3 sous populations (fig. 29).

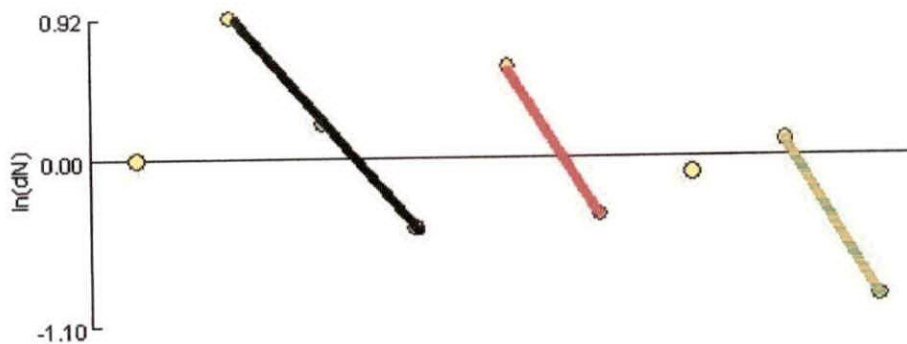


Figure 29 : Détermination graphique par la méthode de Bhattacharya des sous populations du lot 6

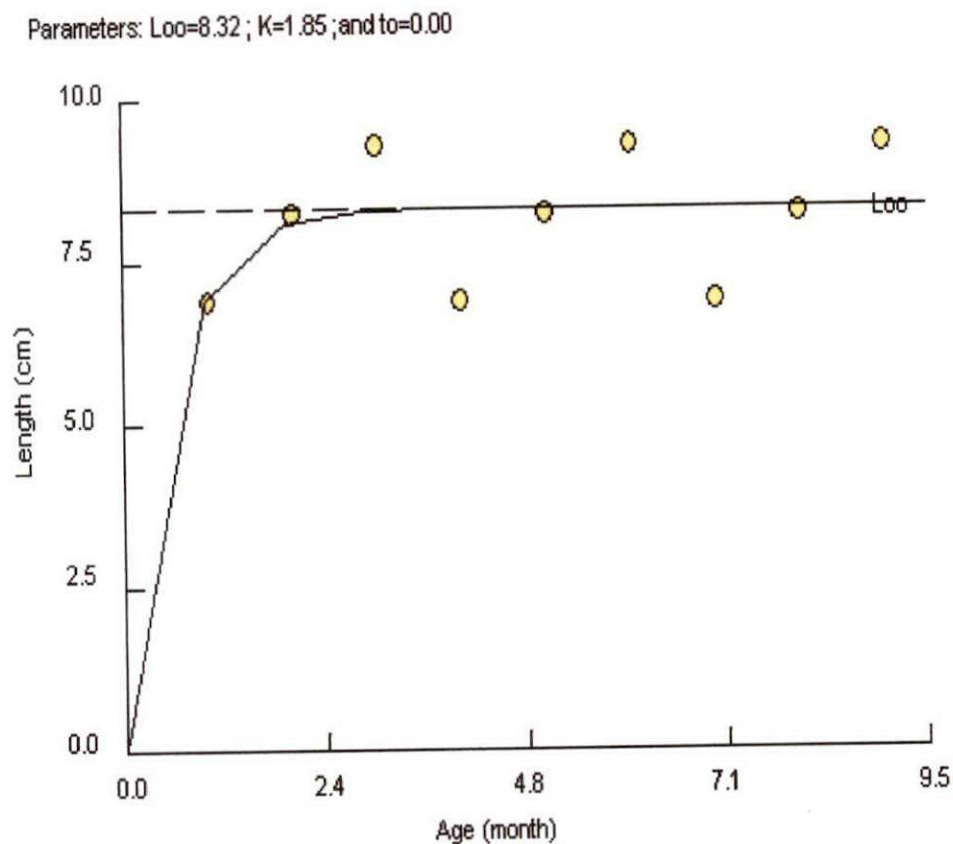


Figure 30 : Courbe de croissance selon le modèle de Van Bertalanffy pour le lot 6

Tableau XV : Clé âge-longueur obtenu pour le lot 6

Groupe d'âge	1	2	3
Longueur moyenne (cm)	6.92	8.23	9.30
Variance S^2	0.61	0.20	0.49

Tableau XVI : Données bibliographiques sur les paramètres de Von Bertalanfy

Localité	Référence	L_{∞} (Centimètre)	K	t_0
Lac Tchad	Blache 1964	45.17	0.318	-0.105
Lac Mariut	Jensen 1957	40.63	0.356	-0.118
Lac Mariut	El Zerka et Al 1970	42.59	0.460	-0.541
Lot 1	Résultats personnels	9.11	1.03	0.00
Lot 2	Résultats personnels	9.29	1.84	0.00
Lot 3	Résultats personnels	8.44	1.64	0.00
Lot 4	Résultats personnels	9.50	1.83	0.00
Lot 5	Résultats personnels	7.99	3.30	0.00
Lot 6	Résultats personnels	8.32	1.85	0.00

Les données bibliographiques mentionnées ci-dessus (tab. XVI) sont différentes des résultats issus de nos travaux ; ceci peut s'expliquer par le fait que ces auteurs ont travaillé sur des populations naturelles constituées d'individus adultes . Par contre nos travaux en porté sur des alevins élevés dans des aquariums. Cependant ,nos résultats pourront servir à de futures expériences dans les mêmes conditions.

1.4. Calcul du taux de croissance :

Tableau XVII : Taux de croissance pour les différents lots

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
Taux de croissance pondérale (gr / jour)	0.135	0.134	0.116	0.091	0.072	0.057
Taux de croissance linéaire (mm/ jour)	0.377	0.353	0.360	0.237	0.220	0.205

Le taux de croissance dans les deux cas (pondérale et linéaire) est plus important dans le lot 1 et 2 suivis du lot 3 puis du lot 4 enfin des lot 5 et 6 , ce dernier étant le lot ayant le taux de croissance le plus faible.

Ces observations ne font que confirmer les représentations graphiques (évolution de la taille moyenne et du poids moyen dans chaque lot).

2. Mortalité :

2.1. calcul du taux de mortalité :

Chaque jour, nous dénombrons les individus morts dans chaque aquarium.

Tableau XVIII : Pourcentage de mortalité par lot

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
Nombre de morts	1	2	1	1	5	4
Pourcentage de mortalité	3.33	6.67	3.33	3.33	16.67	13.33

2.2. Discussion :

Nous observons que le nombre de morts dans la phase expérimentale est relativement réduit car les conditions du milieu étaient optimales.

D'autre part, nous remarquons qu'il y a un taux de mortalité élevé dans le lot 5 et le lot 6 (tab. XVIII) cela est dû au phénomène de cannibalisme (fig. 31). En effet ; les individus dans un milieu plus confiné adoptent un comportement agressif.

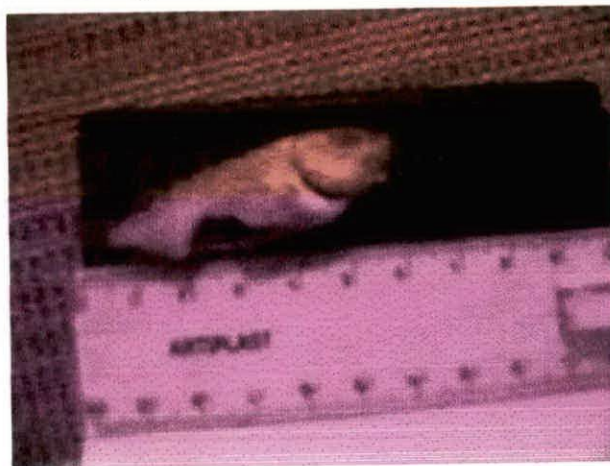


Figure 31 : Phénomène de cannibalisme

CONCLUSION

Le travail que nous avons effectué a porté sur l'adaptation d'*Oreochromis niloticus* à différentes salinités allant de 0 à 30 ‰ mais en faisant varier les densités de mise en charge (1 individu par 1,5 l d'eau et 1 individu par 2 l d'eau).

Au terme de notre expérimentation, nous avons constaté que l'espèce *Oreochromis niloticus* supporte des salinités allant jusqu'à 30 ‰, ce qui a été déjà signalé par différents auteurs notamment par nos prédécesseurs BOUROUBI et ZEGHIMI en 2004.

Pour notre part, nous pouvons avancer que les valeurs optimales à retenir sont ceux d'une salinité de 20 ‰ combinée à une densité de mise en charge de **1 individu pour 2 litres** d'eau (lot 2). En effet, c'est ce lot de poissons précisément qui présente le taux de croissance pondéral le plus élevé.

Cependant, nous pouvons déduire aussi que l'élevage de cette espèce dans une eau de 30 ‰ de salinité avec une densité de **1 individu pour 2 litres** (lot 3) est tout à fait envisageable, vu les taux de croissance linéaire et pondéral obtenus comparativement aux autres lots.

Nous pouvons conclure que *Oreochromis niloticus* est une espèce apte à se développer dans toutes les formes connues d'élevage du plus extensif au plus intensif. Son adaptation à un taux de salinité élevé (30 ‰) nous offre la possibilité d'empoissonner des geultas et autres milieux saumâtres non classés et non protégés localisés dans le sud algérien. A ce titre, nous déconseillons fortement les introductions anarchiques dans des milieux naturels et nous préconisons par contre, des introductions dans des milieux contrôlés tels que les bassins d'irrigations, étangs artificiels, bassins d'élevage,... en utilisant les eaux souterraines ou superficielles du sud algérien caractérisées par une température moyenne de 24 °C et qui présentent dans de nombreux cas des salinités allant de 18 à 25 ‰.

Il est à signaler toutefois, qu'il est impératif pour ce genre d'élevage de respecter les protocoles que nous avons établis, c'est à dire entamer l'élevage par une phase d'adaptation, durant laquelle la salinité est augmentée progressivement et surtout avoir affaire à des alevins.

Les taux de mortalité enregistrés sont acceptables eu égard aux densités retenues, ce qui n'était pas le cas des expérimentations entreprises par BOUROUBI et ZEGHIMI (2004). Toutefois, des cas de cannibalisme ont été observés.

Sur un autre plan, c'est à dire sur le plan alimentaire, il serait souhaitable d'aborder la question du taux de conversion alimentaire qui est dans notre cas très élevé (il dépasse largement la valeur de 3), ce qui n'est point intéressant d'autant plus que nos animaux étaient nourris à l'aliment artificiel.

Enfin, nous pouvons être optimistes quant à l'avenir du tilapia dans notre pays, car il s'agit d'un poisson à qualités gustatives et organoleptiques intéressantes bien qu'il y ait quelques réticences pour la consommation des poissons d'eau douce dans les régions côtières du pays où les populations préfèrent le poisson marin, mais dans les régions désertiques, il représenterait une source protéique non négligeable. C'est pourquoi, il serait souhaitable d'encourager et de promouvoir l'aquaculture saharienne de type extensif par l'élaboration entre autres de brochures techniques simplifiées à mettre à la disposition des agriculteurs et des aquaculteurs.

Annexe I : Conditions physico-chimiques lors de la phase d'adaptation**Aquarium 01 :**

Date \ Paramètre	Salinité (‰)	Température (°C)	PH	O4 dissous (mg/L)
10 / 04 / 2005	1.33	24	7.6	5.9
11 / 04 / 2005	1.33	26	7.74	5.2
12 / 04 / 2005	1.33	27	7.91	6.1
13 / 04 / 2005	1.33	27	7.6	8.6
14 / 04 / 2005	1.33	27	9.5	6.3
15 / 04 / 2005	1.33	27	10.6	3.8
16 / 04 / 2005	1.33	27	7.66	4.9
17 / 04 / 2005	1.37	27	9.6	3.2
18 / 04 / 2005	1.37	27	9.86	1.5
19 / 04 / 2005	1.37	27	9.6	2
20 / 04 / 2005	1.42	26.53	8.24	4.01
21 / 04 / 2005	1.42	27	7.95	6.2

Aquarium 02 :

Date \ Paramètre	Salinité (‰)	Température (°C)	PH	O4 dissous (mg/L)
10 / 04 / 2005	1.33	23	7.5	8.9
11 / 04 / 2005	1.33	25	7.6	9.1
12 / 04 / 2005	1.33	27	7.97	5.8
13 / 04 / 2005	1.33	28	7.56	7.9
14 / 04 / 2005	2.5	31	9.4	5.3
15 / 04 / 2005	5	29	10.5	3.7
16 / 04 / 2005	7.55	29	7.83	3.68
17 / 04 / 2005	10.20	30	9.67	3.5
18 / 04 / 2005	12.52	26	8.50	2.5
19 / 04 / 2005	15.32	28	9.36	2.4
20 / 04 / 2005	17.86	24.33	8	3.30
21 / 04 / 2005	20	24	7.76	5.1

Aquarium 03 :

Date \ Paramètre	Salinité (‰)	Température	PH	O4 dissous
10 / 04 / 2005	2.53	23	7.5	10.9
11 / 04 / 2005	5.3	24	7.59	11.1
12 / 04 / 2005	7.70	20	7.82	5.8
13 / 04 / 2005	9.98	25	7.26	6.2
14 / 04 / 2005	12.53	26	8.8	3.8
15 / 04 / 2005	15.03	25	9.4	3.3
16 / 04 / 2005	17.18	26	7.83	3.21
17 / 04 / 2005	20.08	26	9.60	4.6
18 / 04 / 2005	22.5	25	8.10	4.3
19 / 04 / 2005	24.31	22	9.15	4.9
20 / 04 / 2005	27.46	24.41	7.68	3.03
21 / 04 / 2005	30.04	25	7.51	3.9

Aquarium 04 :

Date \ Paramètre	Salinité (‰)	Température	PH	O4 dissous
10 / 04 / 2005	1.33	23	7.7	9.3
11 / 04 / 2005	1.33	24	7.64	9.2
12 / 04 / 2005	1.33	26	7.84	5.9
13 / 04 / 2005	1.33	26	7.64	7.1
14 / 04 / 2005	1.33	26	8.7	5
15 / 04 / 2005	1.33	26	9.06	3.8
16 / 04 / 2005	1.33	26	8.16	2.1
17 / 04 / 2005	1.37	26	9.65	2.0
18 / 04 / 2005	1.37	26	7.98	4.3
19 / 04 / 2005	1.37	26	8.80	2.9
20 / 04 / 2005	1.46	25.45	7.83	1.01
21 / 04 / 2005	1.47	26	7.98	4.7

Aquarium 05 :

Date \ Paramètre	Salinité ‰	Température	PH	O4 dissous
10 / 04 / 2005	1.33	23	7.7	10.23
11 / 04 / 2005	1.33	24	7.76	9.8
12 / 04 / 2005	1.33	27	7.83	5.6
13 / 04 / 2005	1.33	27	7.56	6.7
14 / 04 / 2005	2.5	22	8.5	5.9
15 / 04 / 2005	5.02	26	8.79	3.8
16 / 04 / 2005	7.55	26	7.80	3.87
17 / 04 / 2005	10.23	26	9.50	2.85
18 / 04 / 2005	12.62	27	8.80	5.1
19 / 04 / 2005	14.65	26	9	2.0
20 / 04 / 2005	17.37	26.12	7.67	4.03
21 / 04 / 2005	20.06	27	7.93	5.6

Aquarium 06 :

Date \ Paramètre	Salinité	Température	PH	O4 dissous
10 / 04 / 2005	2.46	24	7.72	10.4
11 / 04 / 2005	5.09	24.5	7.66	10.6
12 / 04 / 2005	7.73	26	8.00	6.1
13 / 04 / 2005	10.10	26	7.43	7.00
14 / 04 / 2005	12.53	26	7.88	4.8
15 / 04 / 2005	15.27	27	8.44	3.8
16 / 04 / 2005	17.23	27	7.76	3.57
17 / 04 / 2005	20.24	27	9.30	2.8
18 / 04 / 2005	22.63	28	7.86	4.3
19 / 04 / 2005	25.12	27	9.67	3.07
20 / 04 / 2005	27.15	26.62	7.61	3.38
21 / 04 / 2005	29.89	27	7.57	3.2