

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



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

OPTION : Aquaculture

Thème :

Etude de la croissance
de *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)
à Ain Tagourait, Tipaza

Présenté par :

-Gouffi Hanane

-Guettaf Dahbia Wissam

Soutenu le 28 09 2017 devant le jury suivant :

MEKHAZNI F.	Maitre Assistant	Président.
LOUNES R.	Doctorante	Examinatrice.
LOURGUIOUI H.	Maitre Assistant	Examineur.
MESLEM N.	Maitre Assistant	Promotrice.

Promotion : 2016/2017.

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous sommes très heureux de pouvoir exprimer notre gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nous tenons tout d'abord à remercier notre promotrice Mme Meslem, pour nous avoir accueillis au sein de son équipe. Son encadrement nous a beaucoup appris. Nous la remercions pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion, sans oublier sa confiance, et la grande liberté qu'elle nous a laissée dans notre travail.

Nous remercions Mme. Mekhazni de nous avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre plus profond respect.

Nos remerciements s'adressent également au Mr. Lourguioui et Mme. Lounas qui ont bien voulu faire partie de jury, d'examiner et enrichir ce travail par leurs commentaires et leur expérience.

Un grand merci s'impose pour Mr.Aboura , propriétaire de la ferme SARL EAM pour nous avoir accueillis ,aidés et mis à notre disposition le matériels et les agents aquacoles pour le bon déroulement de nos sorties ,aussi pour sa patience et sa gentillesse et sa contribution pour nos recherches , nous exprimons aussi notre gratitude a son plongeur et ses agents aquacoles.

Nous tenons aussi à remercier les ingénieurs de laboratoire de L'ENSSMAL, qui nous a aidés par leurs conseils et encouragements permanents.

Nous remercions s'étendent également à : Nos parents, nos frères et sœurs pour leur soutien durant toutes ces années d'études.

Liste des figures

Figure I.1. Image satellitaire de la ferme SARL EAM. Positionnement des structures d'élevage et des points de prélèvements.....	6
Figure I.2. Cages flottantes au niveau de la ferme SARL EAM.....	6
Figure I.3. Filières au niveau de la ferme SARL EAM.....	7
Figure II.1. Variation des paramètres physiques au niveau de la ferme SARL EAM.....	16
Figure II.2. Variation mensuelle de la concentration de MES dans la ferme EAM.....	17
Figure II.3. Variation des concentrations des nitrates dans les eaux d'élevage de la ferme SARL EAM	18
Figure II.4. Variation des concentrations des nitrites dans les eaux d'élevage de la ferme SARL EAM.....	19
Figure II.5. Variation des concentrations du phosphate dans les eaux d'levage de la ferme SARL EAM.....	20
Figure II.6. Populations phytoplanctoniques dans la ferme SARL EAM.....	21
Figure II.7. Espèces du phytoplancton toxiques dans les eaux d'élevage dans la ferme SARL EAM.....	24
Figure II.8. Distribution des effectifs de tailles de la population de moule <i>M. galloprovincialis</i>	26
Figure II.9. Pourcentage des mâles et femelles de la population étudiée dans la ferme SARL EAM.....	26
Figure II.10. Variation de taille de moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> dans la ferme SARL EAM.....	28
Figure II.11. Variation des poids de moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> dans la ferme SARL EAM.....	29

Figure II.12. Gain en poids (Wt,Wsc) de la moule <i>M.galloprovincialis</i> dans la ferme SARL EAM.....	30
Figure II.13. La régression entre les (L,Le ,Lr et Wt) de la moules <i>Mytilus galloprovincialis</i> au niveau des sites des cages et filières dans la ferme SARL EAM.....	33
Figure II.14. Courbe de régression (Température-Longueur totale).....	37
Figure II.15. Courbe de régression (Température-poids total).....	38
Figure II.16. Proportion du poids du byssus par rapport au poids total de la moule <i>M. galloprovincilais</i> au niveau des cages SARL EAM.....	39

Liste des tableaux

Tableau I.1. Calendrier des sorties en mer (ferme SARL EAM) de Février à Juillet 2017 ...	9
Tableau I.2. Mesures biologiques effectuées.....	12
Tableau.II.1. Les valeurs des sels nutritifs dans la ferme SARL EAM.....	18
Tableau II.2. Espèces phytoplanctoniques toxiques et non toxiques prélevées sur le site d'élevage Sarl EAM (Présence de l'espèce : +, Absence de l'espèce : -).....	22
Tableau.II.3. Distribution des effectifs de tailles de la population de moule <i>M. galloprovincialis</i>	25
Tableau II.4. Les différentes variables étudiées chez la moule <i>M.galloprovincialis</i>	27
Tableau II.5. Indices des conditions (Walne et Mann, Lawrence et Scott) de la <i>M.galloprovincialis</i> selon les mois dans la ferme SARL EAM.....	31
Tableau II.6. Les équations de régression de la longueur totale (Lt), la largeur (Lr), l'épaisseur (Le) et le poids total (Wt) chez de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> provenant de la ferme SARL EAM.....	32
Tableau II.7. Résultats de test Kruskal-Wallis sur la largeur de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM	34
Tableau II.8. Résultats de test Kruskal-Wallis sur l'épaisseur de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM	34
Tableau II.9 Résultats de test Kruskal-Wallis sur le poids total de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM	35
Tableau II.10. Résultats de test Kruskal-Wallis sur le poids de la chair de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM	35
Tableau II.11. Résultats de test Kruskal-Wallis sur la longueur de la moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM	36

Liste des abréviations

a : indice a l'origine

b: coefficient a l'origine

°C : Celsius

ENSSMAL : Ecole National Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral

EAM : Elevage Aquacole Méditerranéen

FAO : Food and Agriculture Organisation

F: femelle

GPS: Global Positioning Système

g : gramme

h : heure

Kg : kilogramme

Km: kilometre

Ierm: Laboratoire des Etudes et Recherché sur Matériaux

LS: Lawrence and Scott

log: logarithme

L: litre

Lr : largeur

Le : épaisseur

Lt: longueur totale

M.P.R.H : Ministère de la Pêche et de la Ressource Halieutique

MES : Matières En Suspension

mg : milligramme

mm : millimetre

m : metre

M: male

N : nombre

NO₃⁻ : nitrates

NO₂⁻ : nitrites

PSP: Paralytic Shellfish Poisoning

pH: potentiel Hydrogène

PO₄³⁻ : orthophosphates

R : coefficient de corrélation

SARL : Société a Responsabilité Limitée

SN: Sels Nutritifs

S: Salinité

sp : espèce

SR : Sex-Ratio

S :seconde

T : Température

WM :Walne et Mann

Wch : poids de la chair

Wsc : Poids sec de la chair

Wq : Poids de la coquille

Wqs : poids sec de la coquille

Wt : poids total

μmol : micromole

μm : micromètre

Sommaire

Introduction	2
Chapitre I : Matériels et méthode	
I. Matériels et méthode	5
I.1.Présentation de la zone d'étude	5
I.2.Présentation des structures d'élevage	6
I.3. Présentation de la baie de Bou Ismail	7
I.4. Réseau hydrographique/apports terrigènes	7
I.4.1. L'oued Mazafran	7
I.4.2. L'oued Nador	7
I.4.3. L'oued de Beni-Messous	8
I.5. Facteurs hydrodynamiques	8
I.5.1. Vents	8
I.5.2. Houles	8
I.5.3. Courants	8
I.6. Prélèvements	8
I.7.La mesure des paramètres physico-chimiques	10
I.8. Espèces phytoplanctoniques	10
I.9.1. Classe de taille	10
I.9.Etude de la population	10
I.9.2. Sex- ratio	10
I.10.La croissance	11

I.10.1. Traitement et mesure du matériel biologique	12
I.10.2. Etude de la croissance	13
I.10.2.1. Indices de conditions.....	12
I.10.2.1.a. Indice de Lawrence et Scott	12
I.10.2.1.b. Indice de Walne et Mann	12
I.10.2.2. Etude de la croissance relative	14
I.11. Analyse statistique	15
I.12. Impact des facteurs physicochimiques sur la croissance	15
I.13. Mortalité	15
I.14. Byssus.....	15

Chapitre II : Résultats et discussion

II. Résultats et discussion	16
II.1. Les paramètres physico-chimiques	16
II.1.1. Les paramètres physiques	16
II.1.1.a. Matières En Suspension (M.E.S)	17
II.1.2. Les paramètres chimiques	18
II.1.2.a. Sels nutritifs (SN)	18
II.2. Paramètres biologiques.....	20
II.2.1. Espèces phytoplanctoniques	20
II.3. Etude de la population	25
II.3.1. Distribution des effectifs de tailles de la population	25
II.3.2. Le sex-ratio	26
II.4. Croissance	27

II.4.1. Croissance en taille	28
II.4.2. Croissance en poids	29
II.4.3. Gain pondérale	30
II.4.4. Indice de condition	31
II.4.4.a. Indice de remplissage.....	31
II.4.4. a.1.Indice Walne et Mann.....	31
II.4.4. a.2.Indice Lawrence & Scott	31
II.4.5. Croissance relative	32
II.5. Test de Kruskal-Wallis.	33
II.6. Impact des facteurs physico-chimique sur la croissance	37
II.7. Mortalité	39
II.8. Valorisation du byssus.....	39
Conclusion.....	42
Bibliographie.....	46
Annexes.....	52

INTRODUCTION

Introduction

L'aquaculture est le secteur de la production alimentaire le plus rapide, il fournit la moitié des produits de la mer consommée dans le monde entier (**SHUMWAY, 2011**).

En 2014, La production aquacole mondiale était estimée à 170 M de tonnes (**FAO ,2016**).

La mytiliculture, branche de l'aquaculture est devenue une activité aquacole mondiale de plus en plus importante représentant la troisième plus grande production de mollusques d'aquaculture par quantité (**HEINONEN, 2014**).

Les moules sont des bivalves marins, elles sont considérées comme source alimentaire pour de nombreux autres organismes, y compris les humains (**SEED et SUCHANEK, 1992 ; FAO 2010**). Elles ont une forte capacité d'adaptation et elles supportent de fortes variations de conditions environnementales. Ces filtreurs fournissent un service écosystémique (**VAN DURAN, 2007**).

La production mondiale des mollusques était estimée à 65 M de tonnes (**FAO ,2016**).

La quantité de production globale des moules dans le milieu marin et dans le monde était estimée par 1,8 M de tonnes (**FAO, 2014**).

En 2000, en Algérie plusieurs plans et programmes de développement ont été élaborés permettant ainsi le démarrage de plusieurs projets privés d'aquaculture dans différentes filières (**FAO, 2017**).

Toutefois, seulement trois entreprises privées cultivent la moule de méditerranée *Mytilus galloprovincialis* sur filières de sub-surface, et en produisent quelques dizaines de tonnes (**FAO, 2017**), comme le cas de la ferme SARL EAM qui produit 50 tonnes de moules par an (**communication personnelle du propriétaire**).

En 2015, la production algérienne aquacole totale y compris les produits mytilicoles étaient estimés par 1300 tonnes par rapport à 2700 tonnes en 2008 (**FAO, 2017**). Ce qui reflète la non efficacité du programme du développement du secteur aquacole émis par le ministère.

Notre étude consiste à évaluer les performances de croissance, la qualité et les mortalités des moules mises en élevage au niveau des cages flottantes dans la ferme SARL EAM à Ain

INTRODUCTION.

Tagourait et cela afin de mieux suivre la croissance des moules dans la pisciculture intégrée a la mytiliculture.

Les paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage qui affecteraient directement ou indirectement la croissance des moules, sont aussi pris en considération.

Notre mémoire est subdivisé en trois parties :

- 1) L'introduction générale présentant l'aquaculture en Algérie et l'espèce étudiée.
- 2) Matériels et méthodes.
- 3) Résultats et discussion.

Enfin, on termine avec une conclusion générale, les perspectives et les contraintes rencontrées.

Chapitre I
MATERIELS ET
METODES

I. Matériels et méthodes

Notre étude consiste à évaluer les performances de croissance de la moule *Mytilus galloprovincialis* élevée au niveau de la ferme conchylicole d'Ain Tagourait suspendues au niveau des cages flottantes durant la période allant de Février à Juillet 2017. Les paramètres physico-chimiques du milieu ayant directement ou indirectement un effet sur la croissance des moules, sont aussi pris en considération. Les sorties en mer sont réalisées à bord de l'embarcation privée du promoteur. Les différents points d'échantillonnage sont représentés sur la figure I.1.

I.1. Présentation de la zone d'étude

La ferme SARL Elevage Aquacole de la Méditerranée (EAM) est située dans la région de Ain Tagourait au niveau de la baie de Bou-Ismaïl ; Wilaya de Tipaza (**Figure I.1**). C'est une ferme de production de poissons (Loup et Dorade) depuis 2016 et de moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) depuis 2005.

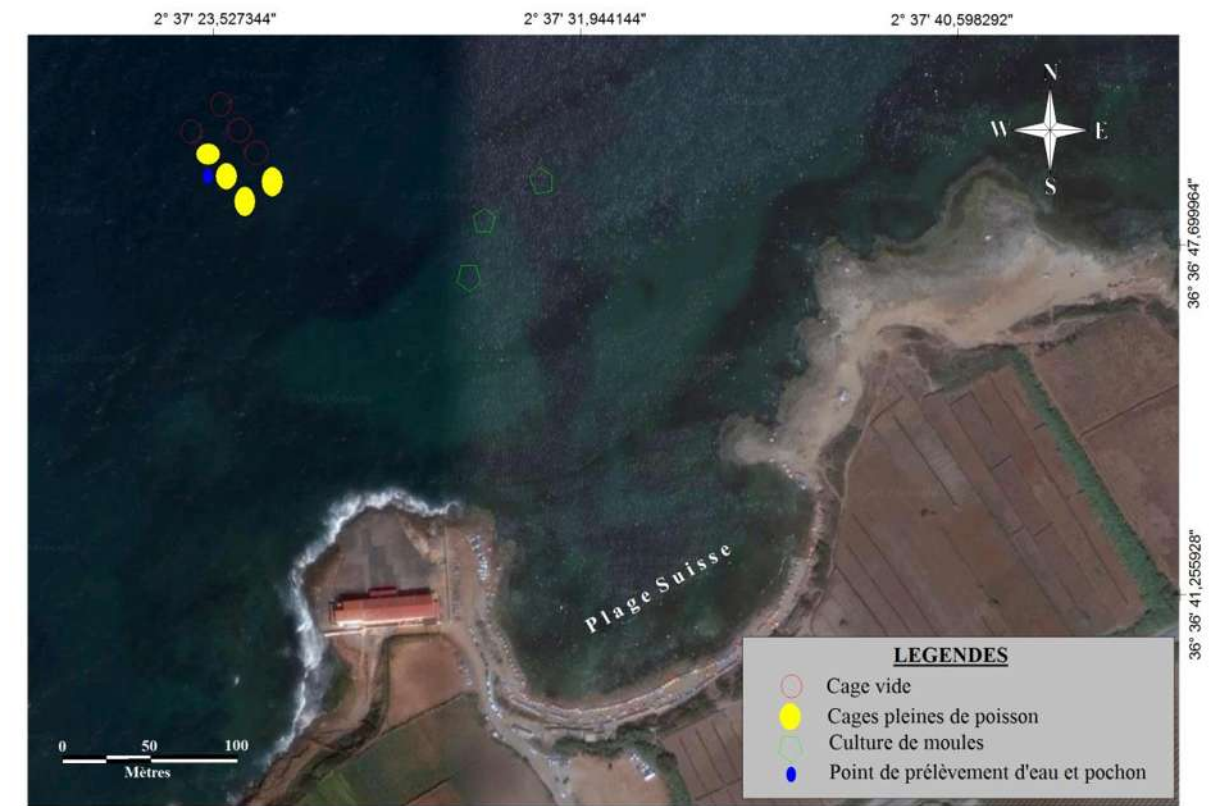


Figure I.1. Image satellitaire de la ferme SARL EAM
Positionnement des structures d'élevage et des points de prélèvements (Gouffi, Guettaf ,2017)

La ferme est partagée en deux concessions, la première sur terre (hangar) dotée d'une superficie de 1800 m², et la deuxième en pleine mer avec une surface de 25hectares. Cette dernière est divisée en deux parties, la première est réservée à l'élevage conchylicole avec une superficie de cinq (05) hectares (**Figure I.2**) où cinq filières sont placées, et la deuxième est consacrée à l'élevage piscicole avec une superficie de vingt (20) hectares comprenant 8cages flottantes dont 4 seulement sont remplies de poissons (**Figure I.3**).

I.2.Présentation des structures d'élevage

Le système d'élevage utilisées pour les moules à Ain Tagourait est les filières de sub-surface (voir annexe 2). Cinq filières de sub-surface de moule dont une endommagée, de 200 m de longueur mise à 10m de profondeur.

Six cages flottantes (25m x 14m) de poissons (Loup, Daurade), dont trois seulement sont remplies placées à une distance de 800m des filières de sub-surface.



Figure I.2. Cages flottantes au niveau de la ferme SARL EAM.



Figure I.3. Filières au niveau de la ferme SARL EAM.

L'activité a redémarré en septembre 2005 après une période d'arrêt de 13 ans en raison de plusieurs problèmes d'ordre administratifs, techniques et surtout financiers et depuis la ferme a repris la production et enregistre ses meilleurs rendements. La capacité envisagée est de l'ordre de 2000 tonnes /an, toutes espèces confondues, en commençant par 500 tonnes pour la première année (communication personnelle du prometteur).

I.3. Présentation de la baie de Bou Ismail

La baie de Bou Ismaïl se situe dans la partie centrale du littoral algérien entre 2°25' Ouest et 2°55' Est. Elle est délimitée à l'Ouest par le Mont Chenoua et à l'Est par le massif de la Bouzaréah, au sud par la plaine Metidja et la méditerranée au nord avec une superficie de 350km et une ouverture qui atteint les 47 km, elle est orientée du Sud-ouest vers Nord-est (DAGORNE, 1973).

I.4. Réseau hydrographique/apports terrigènes

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes ou particulaires très importantes d'origine terrigènes, trois oueds déversent dans cette baie :

I.4.1. L'oued Mazafran : possède un bassin versant de 1850 km² c'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie (BRAIK ,1989).

I.4.2. L'oued Nador : Présente un bassin versant d'une superficie de 200 à 300 Km². Son débit liquide est de 28 millions m³/an (0,89 m³/s). Il regroupe trois oueds qui jouent un rôle important dans les apports en eaux usées et sédimentation (**BRAIK, 1989**).

I.4.3. L'oued de Beni-Messous : il est situé entre El-Djamila et « club des pins » à 18 Km à l'ouest d'Alger (**BRAIK, 1989**).

I.5. Facteurs hydrodynamiques

Parmi les facteurs hydrodynamiques on cite :

I.5.1. Vents

Les vents les plus fréquents sont de direction Ouest. (**HADDOUCHE, 2003**).

I.5.2. Houles

En hiver, les houles dominantes sont de direction ouest et Nord-Ouest.

En été, les houles dominantes sont de direction Nord et Nord-Est avec une direction presque tangente à la côte (**LECLAIRE, 1972**).

I.5.3. Courants

Les courants dominants de la baie sont de direction Est-Ouest et se retrouvent en face d'un courant opposé diffracté par la côte du Chenoua, créant ainsi un courant de retour à l'Est de l'Oued Nador. Des contres courants locaux en liaison avec les vents dominants induisent un courant de direction moyenne Nord-Est et Sud-Ouest (**BRAIK, 1989**).

I.6. Prélèvements

Durant la période allant de Février jusqu'à Juillet, des sorties (Tableau I.1) ont été faites à bord de l'embarcation qui appartient à la ferme.

MATERIELS ET METHODES

Tableau I.1. Calendrier des sorties en mer (ferme SARL EAM) de Février à Juillet 2017

Date	Procédure
22 Février 2017	Confection et mise en place d'un pochon en fil mytidouble de 150 naissains (Figure I.5) au niveau de la cage flottante (N°6) a 5m de profondeur contenant les espèces de daurades. Un pochon aléatoire de 100 moules a été suspendu au niveau des cages afin de suivre la mortalité. Un échantillon aléatoire de 20 individus de naissains a été prélevé. Détermination de la taille0 (initiale).
02 Avril 2017	Prélèvement aléatoire de 20 individus des pochons mis Un comptage du pochon consacré à la mortalité.
10 Mai 2017	
19 Juillet 2017	Récupération de la totalité des pochons pour une dernière mensuration afin d'obtenir la taille finale (Tf). Estimation de la mortalité.

I.7. Mesure des paramètres physico-chimiques

Le positionnement exact de chaque station de prélèvement est assuré par un GPS (global positioning systems de type furuno GP32).

La mesure de la température, le pH, la salinité, l'oxygène dissous, a été réalisé in situ à l'aide d'une valise multi-paramètres (HANA instrument HI 9829 multiparametres meter with available GPS, logging probe, turbidity, and ion measurement). Pour ce faire, l'électrode de l'appareil est plongée dans l'eau de l'échantillon et la valeur des paramètres n'est prise qu'après la stabilité de l'afficheur.

Pour l'analyse des sels nutritifs et les matières en suspension (MES), des échantillons d'eau de mer sont prélevés à l'aide de bouteilles NESKIN (capacité de 5 litres), puis versés dans des flacons en polyéthylène (1 litre), ces derniers sont conditionnés de manière à éviter la contamination des échantillons, l'ensemble est transporté dans une glacière isotherme à l'abri de la lumière jusqu'au laboratoire pour être filtrés (MES) ou placés au congélateur pour une analyse ultérieure (sels nutritifs).

Une fois au laboratoire une filtration sous vide a été appliquée sur les échantillons d'eau de mer à l'aide d'une rampe de filtration sur des filtres de Whatman (0.7 µm) pour une estimation de la matière en suspension (organique et inorganique) (**Aminot *et al*, 2004**)(Annexe 1).

La mesure des sels nutritifs (SN) est faite par la méthode de colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée SKALAR (Auto-Analyser SAN PLUS), selon les protocoles décrits par le constructeur SKALAR (Annexe 1).

I.8. Espèces phytoplanctoniques

Le phytoplancton est constitué par des Algues presque toutes unicellulaires appelées de ce fait micro-algues ou micropyles. En raison de son caractère filtreur, sa sédentarité et son pouvoir accumulateur la moule *Mytilus galloprovincialis* est utilisée dans les programmes de surveillance de la qualité du milieu marin (**VIARENGO *et al*. 1993, PIPE *et al*. 1995**).

De ce fait une estimation (quantitative et qualitative) des populations phyto-planctoniques a été effectuée lors des sorties sur terrain. Pour l'analyse des peuplements de phytoplancton, quelques gouttes de Lugol ont été ajoutées aux prélèvements d'eau placés dans des flacons de polyéthylène d'un volume de (1L). La détermination des espèces phytoplanctoniques au sein

du site d'élevage est réalisée au moyen d'un microscope inversé (OPTIKA) selon le protocole d'UTERMOHL (1958) (Annexe1).

I.9. Etude de la population

I.9.1. Classe de taille

Classement des 120 individus récoltés durant la période d'étude en classe de taille et selon le sexe.

I.9.2. Sex- ratio

La distinction des sexes est relativement aisée notamment quand les individus sont matures sexuellement ; en effet, elle est basée sur la couleur du manteau qui est blanchâtre

Chez les mâles et rose-saumon à orangé chez les femelles.

Le Sex-ratio ou (SR) défini par le rapport suivant :

$$SR = (\text{nombre de mâle} / \text{nombre de femelle})$$

I.10. La croissance

I.10.1. Traitement et mesure du matériel biologique

A chaque mois, 20 moules sont prélevées et transportées dans une glacière isotherme au laboratoire. Les moules sont soigneusement lavées pour être débarrassées des épibiontes, égouttées sur du papier absorbant, Les deux valves de chaque moule sont écartées Les individus qui n'opposent pas de résistance à cette manipulation sont éliminés (MOUABAD, 1991).

Ensuite les individus sont mesurés (Tableau I.2) à l'aide d'un pied à coulisse (Figure I.6) d'une précision de 1/50^{ème} puis pesés à l'aide d'une balance de précision au 1/1000^{ème} de gramme. Après ouverture des moules, la chair ainsi que la coquille sont récupérées, égouttées puis séchées. Le poids sec de la chair individuel (W_{sc}) est obtenu après séchage à l'étuve à 60°C pendant 48h. Le poids sec de la coquille individuelle (W_{qs}) s'obtient après séchage à l'étuve à 50°C pendant 24 h.

Tableau I.2. Mesures biologiques effectuées

Croissance	Paramètres mesurés
Taille (mm)	Longueur individuelle totale
	Largeur totale
	Epaisseur totale
Poids (g)	Poids total
	Poids de la chair humide
	Poids de la coquille
	Poids de la chair sèche
	Poids de la coquille sèche

Ces données sont utilisées dans l'établissement des indices de condition.

I.10.2. Etude de la croissance

I.10.2.1. Indices de conditions (indice de remplissage)

L'indice de condition nous donne une idée de l'état physiologique des individus d'une population (**BODOY et MASSE, 1979 ; BODOY, 1980 ; LUKAS et BENINGER, 1985**) et permet d'estimer la part de la matière organique émise lors de la reproduction (**BODOY et MASSE, 1979**).

Selon **LE MAO et al (1998)** il est aussi un indicateur général de stress et de la santé des organismes.

I.10.2.1.a. Indice de Lawrence et Scott

Cet indice est mesuré par une méthode simple à mettre en œuvre mais il faut éviter que la moule perde probablement de l'eau intervallaire en la pesant rapidement après sa sortie de l'eau.

Il est calculé par la formule ci-dessous :

$$IC_{LS} = 1000 * \text{poids de chair sèche} / (\text{poids entier} - \text{poids de coquille})$$

Un indice de 80 correspond à un produit maigre, de qualité médiocre alors que l'optimum est atteint pour un indice supérieur à 120. Une valeur moyenne de 106 caractérise le littoral français. (**BESSE et al, 2010**).

I.10.2.1.b. Indice de Walne et Mann

Cet indice est celui qui est le moins soumis aux aléas de perte d'eau intervallaire (pas de poids entier ou dénominateur)

$$IC_{WM} = 1000 * \text{poids de chair sèche} / \text{poids de coquille sèche}$$

Celui-ci est plus précis (élimine le biais de la perte en eau) mais plus long à obtenir du fait du séchage. Il renvoie une valeur moyenne de 182 (selon une étude concernant le littoral français) (**BESSE et al, 2010**).

I.10.2.2. Etude de la croissance relative

La croissance relative ou croissance allométrique, exprime la croissance d'une partie du corps en fonction d'une autre partie du corps tout entier, elle permet de déterminer la nature de l'allométrie qui lie ces dimensions entre elles (MERBAH,2007).

La relation d'allométrie qui permet d'interpréter les changements de la forme des moules en fonction de la taille est exprimée par la formule suivante :

$$Wt = a.L^b$$

Wt: poids total

Lt: longueur totale

a : indice à l'origine

b: coefficient d'allométrie

Cette équation peut également être exprimée sous sa forme logarithmique après transformation :

$$\text{Log } Wt = b \cdot \text{Log } Lt + \text{Log } a$$

A partir de cette équation les paramètres a et b sont déterminés, fixant, ainsi le type d'allométrie, à partir des relations entre :

- Deux variables de dimension différentes (poids-taille) :

b < 3: l'allométrie est minorante, le poids croît moins vite que le cube de la longueur;

b = 3: la croissance est dite isométrique, le poids croît proportionnellement au cube de la longueur et ;

b > 3: l'allométrie est majorante, le poids croît plus vite que le cube de la longueur.

- Deux variables de même dimension (entre paramètres linéaire) :

b < 1: l'allométrie est minorante, le poids croît moins vite que la longueur;

b = 1: la croissance est dite isométrique, le poids croît proportionnellement à la longueur

b > 1: l'allométrie est majorante, le poids croît plus vite que la longueur.

I.11. Analyse statistique

Afin de tester les différences en poids et en taille durant les mois de prélèvement, nous avons utilisé le test de KRUSKAL WALLIS (EXCELSTAT) .

Le test de Kruskal-Wallis est utilisé pour tester les hypothèses suivantes :

$$H_0 : L_1(X) = \dots = L_i(X) = \dots = L_k(X)$$

Contre

H1 : Les lois $L_1(X), \dots, L_k(X)$ ne sont pas toutes identiques.

La statistique de Kruskal-Wallis $KW_{n_{\bullet}}$ prend en compte l'écart entre la moyenne des rangs de chaque échantillon et la moyenne de tous les rangs, qui vaut $(n_{\bullet} + 1) / 2$:

$$\begin{aligned} KW_{n_{\bullet}} &= \frac{12}{n_{\bullet}(n_{\bullet} + 1)} \sum_{i=1}^k n_i \left(\overline{R_{i,\bullet}} - \frac{n_{\bullet} + 1}{2} \right)^2 \\ &= \frac{12}{n_{\bullet}(n_{\bullet} + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_{i,\bullet}^2}{n_i} - 3(n_{\bullet} + 1). \end{aligned}$$

I.12. Impact des facteurs physico-chimiques sur la croissance

Afin d'analyser l'impact de ces facteurs (température-salinité) sur la croissance (L, Wt) une courbe de régression a été faite pour la corrélation .

I.13. Mortalité

Une centaine de moules de 3 g et dont la longueur été de 30mm ont été mise dans un pochon en Février 2017 au niveau des filières pour estimer le taux de mortalité *M. galloprovincialis*. La mortalité est estimée par le comptage des individus morts chaque mois d'échantillonnage après récupération du pochon.

I.14. BYSSUS

Un byssus se réfère à un groupe de filaments sécrétés par des moules et utilisés pour attacher ces derniers aux substrats (WAITE, 2017)

Afin d'estimer la proportion du byssus secrétée par *Mytilus galloprovincialis* produit à Ain Tagourait, le poids total humide de 60 moules et celui de leur byssus après dissection, ont été pris au moyen d'une balance de précision.

Chapitre II
RESULTATS ET
DISCUSSION

II. Résultats et discussion

II.1. Les paramètres physico-chimiques

II.1.1. Les paramètres physiques

Les données des paramètres physiques dans la baie de Bou Ismail sont résumées ci-dessous :

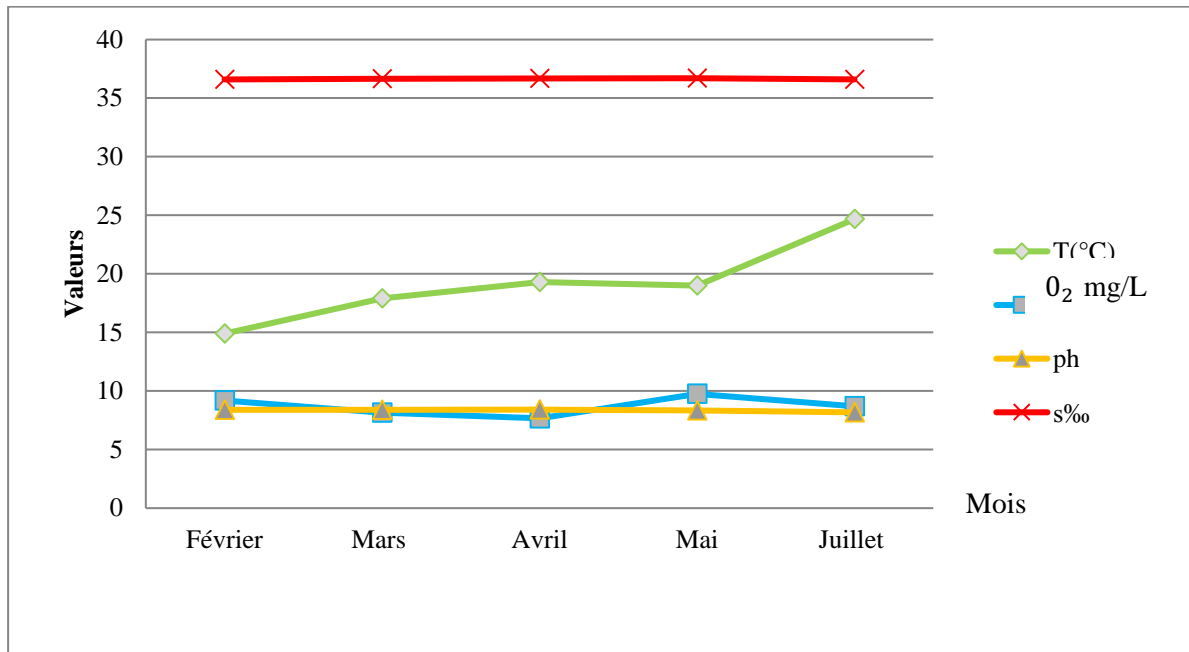


Figure II.1. Variation des paramètres physiques au niveau de la ferme SARL EAM.

La température augmente progressivement de Février à Juillet. Elle passe d'un minimum de 15°C en Février à un maximum de 25°C en Juillet marquant le passage vers l'été.

Les valeurs de la température reflètent les températures saisonnières car elles sont en relations avec le climat de la région.

La salinité reste plus au moins stable durant les mois de l'échantillonnage avec une moyenne de 36‰, et une valeur maximale de 36.7‰ en Mai.

Ces valeurs sont plutôt basses par rapport à la moyenne de salinité en méditerranée (38,4 - 41,2 g / l) (Ierm, 2015) cela pourrait être expliquées par les apports des oueds avoisinants.

Le pH reste plus au moins stable avec un minimum de 8.1 (Juillet) et un maximum de 8.4 (Février – Mars et Avril) concordant avec la période de photosynthèse maximale.

Durant la période d'échantillonnage le pH est resté dans les normes de la méditerranée (Ierm, 2015) et répondant aux exigences de la moule *Mytilus galloprovincialis*.

La concentration de l'oxygène dissous a varié entre un minimum de 7.67 mg/l et un maximum de 9.75 mg/l en Mai.

Selon KHATABI (2002), la teneur en oxygène dissout serait la résultante d'un grand nombre de facteurs biotique et abiotique ; elle dépendrait de l'activité biologique du milieu, c'est-à-dire l'équilibre photosynthèse-respiration, des vents et de la température.

II.1.1.a. Matières En Suspension (M.E.S)

Les matières en suspension ont été calculées dans les cages, au niveau de la ferme SARL EAM, les résultats sont résumés dans le graphe ci-dessous.



Figure II.2. Variation mensuelle de la concentration des MES dans la ferme EAM

Le maximum de concentration enregistré est en mois de Mars avec une valeur de 0.38g/l, quant au minimum il est trouvé en mois de février avec une concentration de 0.28g/l.

Les teneurs en MES en saison printanière sont plus au moins faibles par rapport à la quantité des déchets normalement excrétés par les poissons dans les cages ce qui pourrait être expliquée par une fausse manipulation ou bien peut être due au matériel utilisé.

II.1.2. Les paramètres chimiques

Les données des paramètres chimiques dans la baie de Bou Ismail sont résumées ci-dessous :

II.1.2.a. Sels nutritifs (SN)

Les valeurs des sels nutritifs des eaux d'élevage de la ferme SARL EAM sont comme suit :

Tableau II.I. les valeurs des sels nutritifs dans la ferme SARL EAM

Mois	NO ₃ (µmol/l)	NO ₂ (µmol/l)	PO ₄ (µmol/l)
Fevrier	0,74	0,13	0,012
Mars	0,82	0,09	0,01
Avril	1,06	0,11	0,30
Mai	2,49	0,09	0,02
Juillet	4,12	0,12	0,01

Nitrate (NO₃⁻)

Pour les nitrates, un pic est enregistré durant le mois de Juillet de 4.12 µmol/l, la valeur minimale est observée en mois de Février et elle est de 0.74 µmol/l.

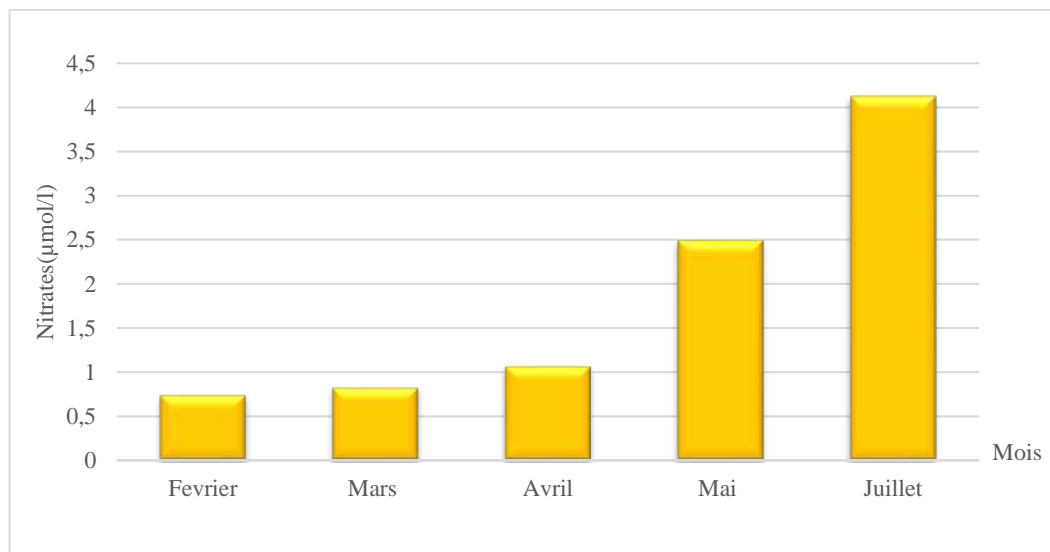


Figure II.3. Variation des concentrations des nitrates dans les eaux d'élevage de la ferme SARL EAM.

Ces teneurs élevées des nitrates résultent des matières organiques (déchets, aliments non consommés) des poissons des cages flottantes, des eaux usées domestiques drainées par les oueds avoisinants (Beni messous et Mazafran) et des eaux des ruissellements des terres agricoles qui sont riches en nitrates (SENOUCI, 2015).

Nitrites (NO_2^-)

Pour les nitrites une valeur maximale de $0.13 \mu\text{mol/l}$ en mois de Février et un minimum de $0.09 \mu\text{mol/l}$ dans les deux mois Mars et Mai.

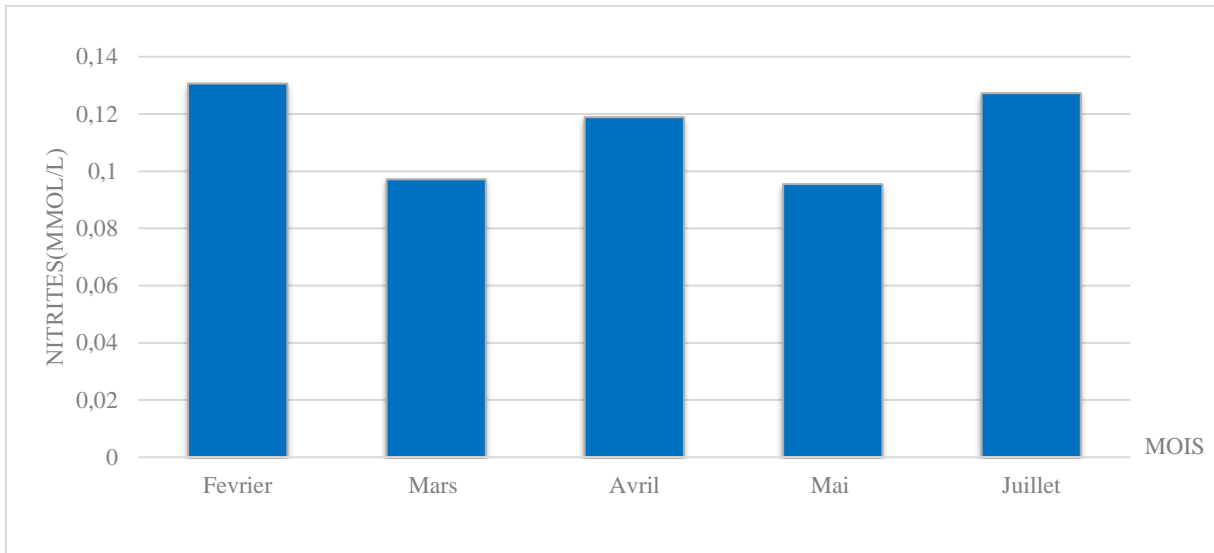


Figure II.4. Variation des concentrations des nitrites dans les eaux d'élevage de la ferme SARL EAM

Les concentrations plus ou moins stables des nitrites traduisent une oxydation de l'ammonium en nitrates par nitrosation, originaire des déchets organiques excrétés par les poissons (FRANSISCO et al, 1999).

Phosphate (PO_4^{3-})

Une valeur maximale de $0.032 \mu\text{mol/l}$ a été enregistrée en mois d'Avril, et une valeur minimale en moi de Mars de $0.01\mu\text{mol/l}$ une légère augmentation du phosphate est notée en mois d'Avril.

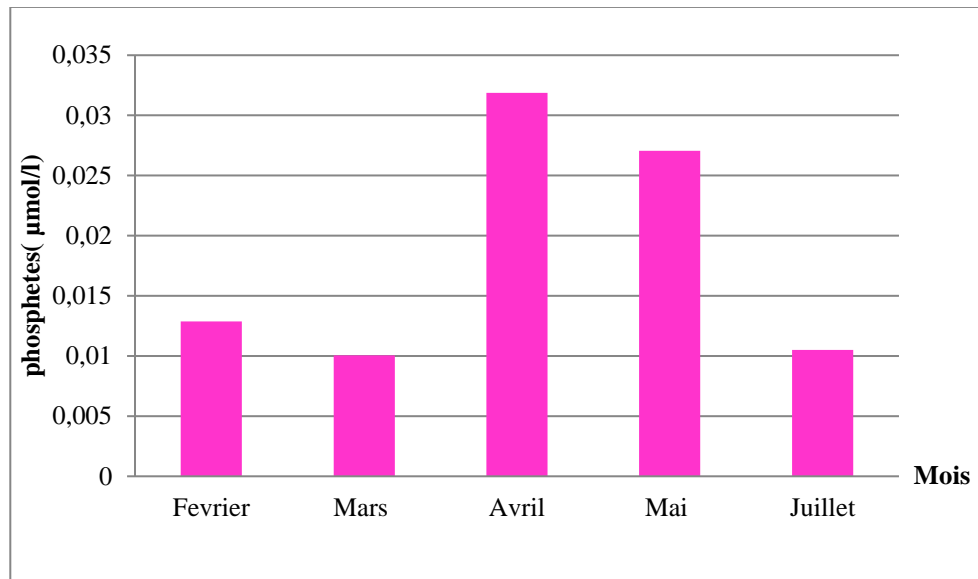


Figure II.5. Variation des concentrations du phosphate dans les eaux d'élevage de la ferme SARL EAM

Les orthophosphates (PO_4^{3-}), forme minérale soluble, constituent la source majeure du phosphore utilisé par le phytoplancton à des concentrations parfois très faibles. Dans les milieux aquatiques, les orthophosphates sont rapidement assimilés par les végétaux mais aussi rapidement recyclés (Pourriot et Meybeck 1995). Les concentrations en PO_4^{3-} dans les écosystèmes aquatiques et par les rejets urbains sont surtout conditionnées par la nature lithologique du bassin versant, le pH du milieu et le bilan de sa consommation et de l'excrétion par les organismes vivants (POURRIOT et MEYBEK 1995) dans notre cas les poissons dans les cages.

II.2. Paramètres biologiques

II.2.1. Espèces phytoplanctoniques

Les moules du genre *Mytilus* sont considérés parmi les principaux consommateurs de sestons, y compris les matières particulaires telles que phytoplancton, détritiques et limon dans les eaux côtières (GARDNER, 2002). Alors que la prolifération des algues planctoniques peut être bénéfique pour l'aquaculture, des effets négatifs ont également été rapportés en raison de la toxicité ponctuelle et eutrophique, causant des problèmes environnementaux et humains, ainsi que des pertes économiques (TROTTEY, 2007).

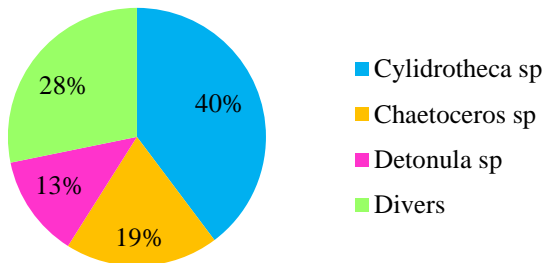
L'abondance de différents groupes de phytoplancton dans les différentes stations (cage et filières), sont représentés dans les figures suivantes :

RESULTATS ET DISCUSSION

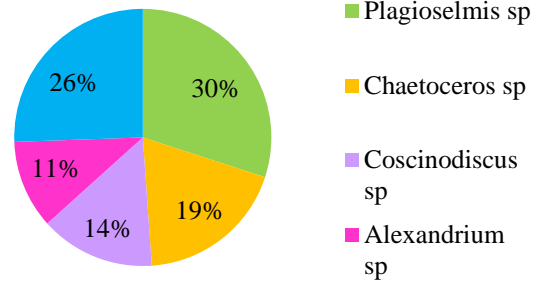
Avril

Mai

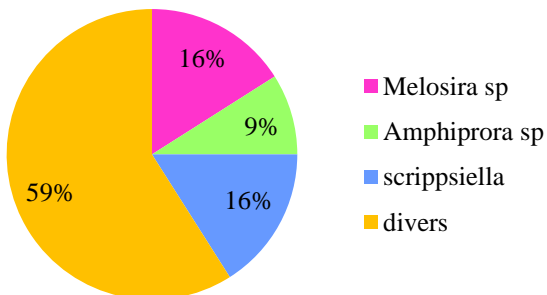
Cage



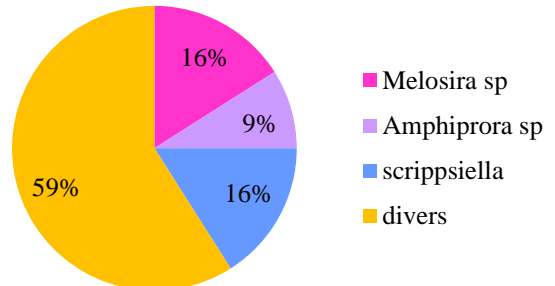
Cage



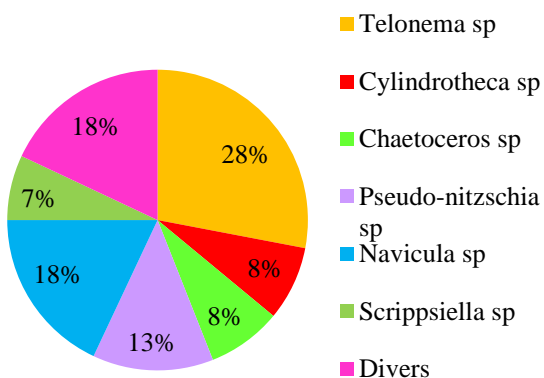
Large



large



Filiere



Filiere

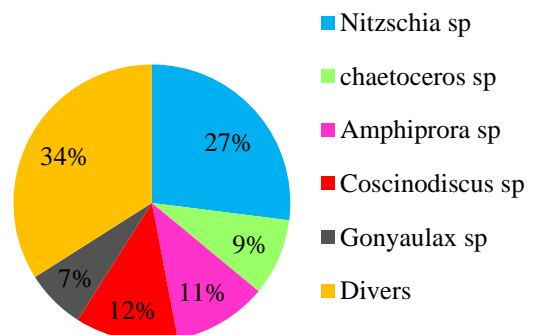


Figure II.6. Populations phytoplanktoniques dans la ferme SARL EAM.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les diatomées sont prédominantes par rapport aux dinoflagellés ; dans chaque site et dans les deux mois (Avril, Mai).

Parmi les diatomées, *Chaetoceros*, *Cylindrotheca*, *pseudo-nitzschia* et *Navicula sp* étaient les espèces les plus fréquemment observées sur la période d'étude.

Tandis que *Gonyaulax*, *Alexandrium* et *Scripsiella* sont les plus répandues dans les populations des dinoflagellés.

Les espèces toxiques sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.2. Espèces phytoplanctoniques toxiques et non toxiques prélevées sur le site d'élevage Sarl EAM (Présence de l'espèce : +, Absence de l'espèce -)

	Cages	Filières	Large
<i>Cylindrotheca sp</i>	+	+	-
<i>Chaetoceros sp</i>	+	+	+
<i>Detonula sp</i>	+	-	-
<i>Telonema sp</i>	-	+	-
<i>Pseudo-nitzschia sp</i>	-	+	-
<i>Navicula sp</i>	-	+	-
<i>Scripsiella sp</i>	-	+	+
<i>Melosira sp</i>	-	-	+
<i>Amphiprora sp</i>	-	+	+
<i>Plagioselmis sp</i>	+	-	+
<i>Coscinodiscus sp</i>	+	+	-
<i>Alexandrium tamarense</i>	+	-	-
<i>Nitzschia sp</i>	-	+	-
<i>Gonyaulax sp</i>	-	+	-

Bien que l'abondance du plancton soit critique pour la croissance de la moule, le type de plancton est également important. En effet les espèces de phytoplancton qui produisent Les toxines peuvent affecter la commercialisation des coquillages lorsque les bivalves accumulent les toxines pendant leur alimentation.

RESULTATS ET DISCUSSION

Notre étude a révélé plusieurs espèces toxiques : citons par exemple, *Pseudo-nitzschia* sp, *Nitzschia* et *Alexandrium tamarense* , représentant un problème potentiel pour la culture de la moule développée dans cette zone.

Les espèces de dinoflagellés toxiques telle que *Alexandrium tamarense*, peuvent affecter d'une manière négative et directe les budgets énergétiques des bivalves (Li et al, 2002).

La plus grande fraction du micro-phytoplancton ; les espèces dominantes sont typique pour les zones eutrophes représentée par les Diatomophyceae : *Navicula* sp. *Pseudo-Nitzschia* sp, *Thalassionema nitzschioides* et les dinoflagellés tels que *Prorocentrummicans*, *Gymnodinium* sp (JOKSIMOVIC ,2012).

De nombreuses études ont montré un impact très important du phytoplancton sur La mariculture, comme la mortalité des mollusques causée par l'influence des algues toxiques.

Lors d'une de nos sorties en mois d'avril, on a remarqué des eaux colorées en rouge, l'étude de l'échantillon de cette eau au laboratoire a montré la présence de plusieurs espèces toxiques parmi elles le genre *Gonyaulax* qui pourrait expliquer cette coloration des eaux.

Cet organisme produit de la saxitoxine et des gonyautoxines qui s'accumulent dans les coquillages, pouvant provoquer un empoisonnement paralytique des coquillages (PSP) et conduire à la mort.

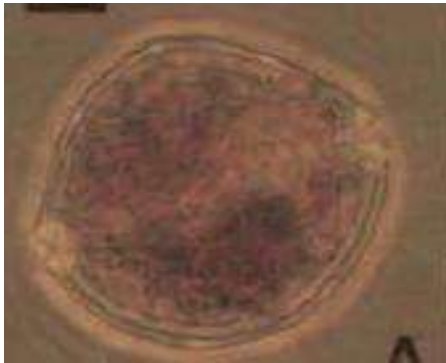
En 1972, une marée rouge a été observée en Nouvelle-Angleterre causée par un dinoflagellé toxique *Alexandrium (Gonyaulax tamarense)* (DIMITRI, 2011).



Chaetoceros sp



Pseudo-Nitzschia sp



Alexandrium sp



Nitzschia sp



Gonyaulax sp



Cylindrotheca sp

Figure II.7. Espèces du phytoplancton toxiques dans les eaux d'élevage dans la ferme SARL EAM (YAMAGUCHI et GOULD ,2007).

II.3. Etude de la population

II.3.1. Distribution des effectifs de tailles de la population

Les individus mis près des cages durant la période allant du mois de février au juillet montrent des tailles variant de 12 à 48 mm. Les effectifs les plus faibles (moins de 5 individus) sont enregistrés dans les classes de taille inférieures à 16mm et supérieures à 44 mm. Les individus dont la taille est comprise entre 32 et 36 mm représentent le plus gros des effectifs (15 individus/ classe) de la population de moules.

Aussi nous remarquons que les stades immatures sont enregistrés dans les classes de taille de moins 16 mm avec un faible effectif 3 individu /classe.

Nos résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau.II.3. Distribution des effectifs de tailles de la population de moule *M. galloprovincialis*.

site	Classes	M	F	IND	Somme
cage	[12 -16[	2	0	3	5
	[16-20[	5	1	0	6
	[20-24[	6	5	0	11
	[24-28[	2	3	0	5
	[28-32[	2	8	1	11
	[32-36[	5	15	0	20
	[36-40[	6	11	0	17
	[40-44[	0	2	0	2
	[44-48]	2	1	0	3

Les classes de taille des individus de la population sont représentées dans le graphe ci-dessous :

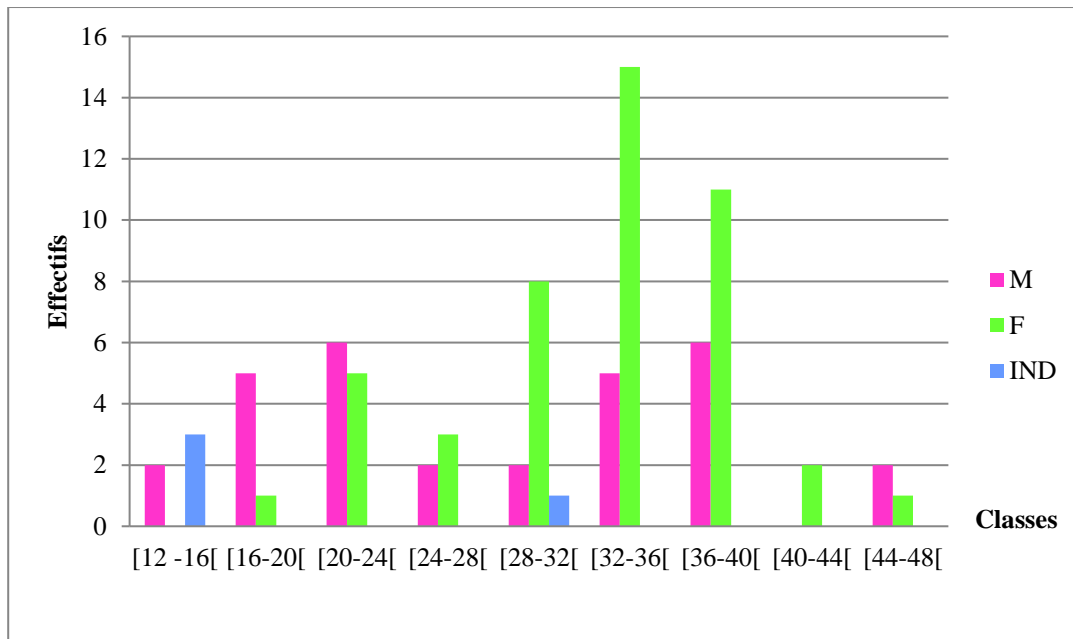


Figure II.8. Distribution des tailles de la population de moule *M. galloprovincialis*.

II.3.2. Le sex-ratio

La représentation des pourcentages des mâles et femelles des individus de la population de *M. galloprovincialis* sont représentés dans le graphe ci-dessous :

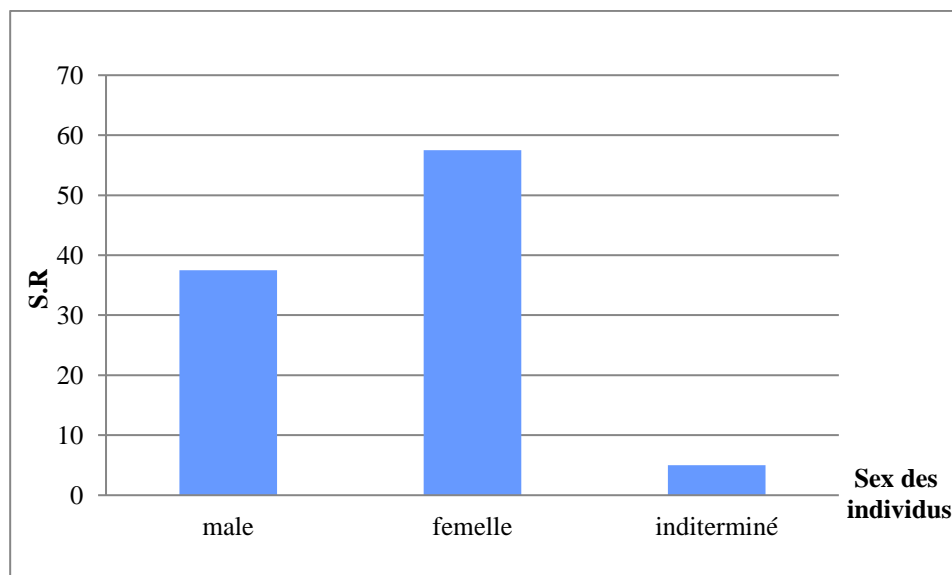


Figure II.9. Pourcentage des mâles et femelles de la population étudiée dans la ferme SARL EAM.

RESULTATS ET DISCUSSION

Une prédominance de femelle dans la population échantillonnée a été notée 58% des moules *Mytilus galloprovincialis* sont des femelles ; avec un sex- ratio de 0.65.

II.4. Croissance

Pour estimer la croissance d'une population de 80 individus (N) de moule *Mytilus galloprovincialis*, au niveau des cages dans la ferme SARL EAM sur une durée de 5 mois, des mesures biométriques ont été faites, les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.4. Les différentes variables étudiées chez la moule *M.galloprovincialis*.

Parameters	Variation	Valeurs
L	Initial Final différence	19.02±3.59 38.29±3.30 19.26
Lr	Initial Final différence	10.92±1.88 21.36±2.18 10.44
Le	Initial Final différence	6.48±1.28 13.90±1.28 7.42
Wt	Initial Final différence	0.56±0.26 5.21±1.21 4.65
Wch	Initial Final différence	0.07±0.06 0.92±0.22 0.84
Wsc	Initial Final différence	0.01±0.01 0.13±0.03 0.11
Wqs	Initial Final différence	0.26±0.13 1.95±0.45 1.69

Il est généralement admis que la croissance est caractérisée par une augmentation de la taille et du poids en fonction du temps et des variables environnementales (**BAYNE et al, 1998**).

II.4.1. Croissance en taille

Les mesures de taille (L, Lr et Le) faites sur les échantillons des moules provenant de la ferme SARL EAM de Ain Tagourait sont représentées dans les graphes ci-dessous :

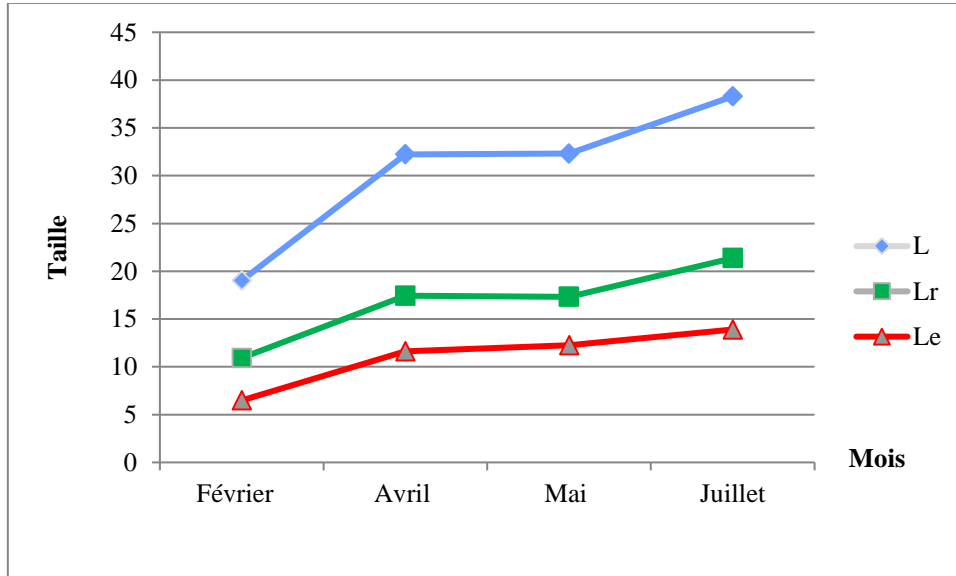


Figure II.10. Variation de taille de moule *Mytilus galloprovincialis* dans la ferme SARL EAM.

Au niveau des cages, Longueur est passée de 19.03mm \pm 3,59 en Février date de l'immersion des pochons à 38,29mm \pm 3,30mm en Juillet.

Ceci traduit une croissance de 19.26mm en 5 mois C'est-à-dire une croissance moyenne journalière de 0.13mm/jour.

Cette croissance n'est pas continue et l'examen de la courbe permet de mettre en évidence 3 phases principales :

Période d'accroissement rapide : de Février à Avril.

Période d'accroissement ralenti : Avril – Mai, plus au moins stable.

Une deuxième période d'accroissement : entre Mai et Juillet mais moins rapide qu'entre Février et Avril.

Ces caractéristiques ont été observés également pour les deux autres variables l'épaisseur et la largeur.

Selon **MERBAH (2009)**, une croissance relativement rapide de *M.galloprovincialis* au niveau du même site est observée durant la première année ; cette espèce atteint une taille de 44.07mm durant les 10 premiers mois et de 49.73mm dans la première année. Le même type de croissance linéaire a été rapporté par de nombreux auteurs qui ont étudié la croissance de moule en élevage (**BURGEOT et GALGANI, (1998)** ; **GRANGNEY, (2001)**).

II.4.2. Croissance en poids

Les mesures de poids (W_t, W_c) faites sur les échantillons des moules provenant de la ferme SARL EAM de Ain Tagourait sont représentées dans les graphes ci-dessous :

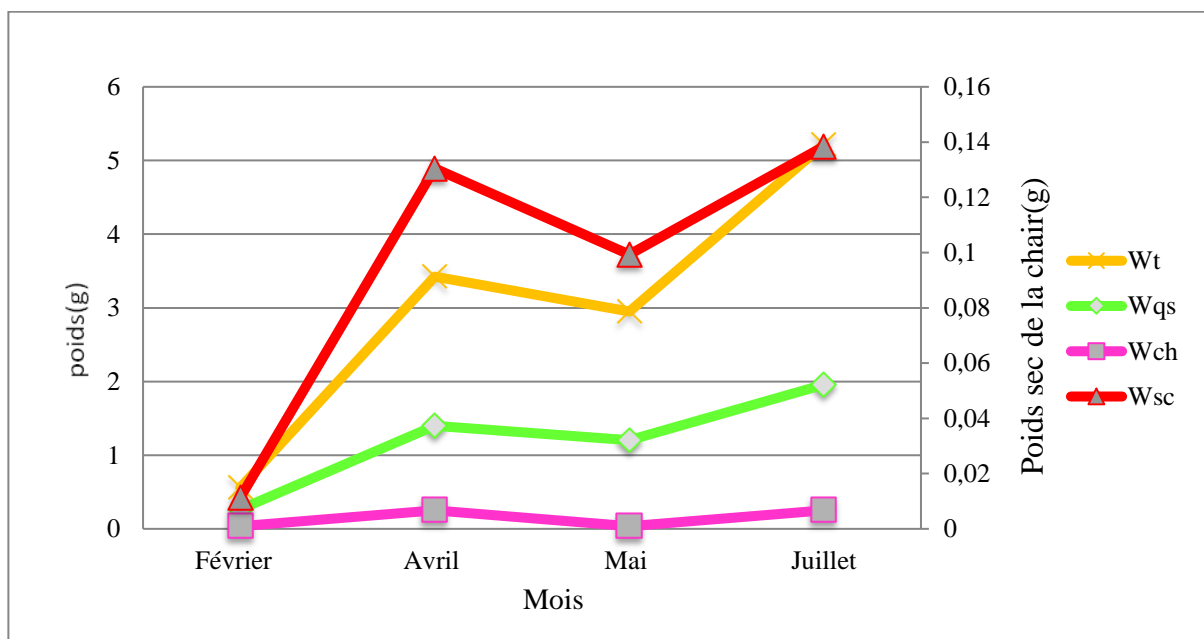


Figure II.11. Variation des poids de moule *Mytilus galloprovincialis* dans la ferme SARL EAM.

Le poids total au moment de l'immersion du pochon était de $0,56g \pm 0,26$ en Février.

Il atteint $5,12 g \pm 1,11$ en Juillet. C'est-à-dire une augmentation pondérale journalière de $0,031 g/jour$.

Le poids de la chair humide au moment de l'immersion du pochon était de $0,07g \pm 0,06$ en Février. Il atteint $0,9g \pm 0,2$ en Juillet. C'est à dire une augmentation pondérale journalière de $0,005g/jour$.

La croissance en poids n'est pas continue et l'examen des courbes permet d'observer une diminution du poids total ainsi que de poids de la chair dans les échantillons obtenus en mois de Mai et cela divise la courbe en trois phases :

Deux phases d'accroissement et une phase de diminution qui peut être due à la ponte.

Ces caractéristiques ont été observées également pour les deux autres variables le poids sec de la coquille et le poids sec de la chair.

II.4.3. Gain pondérale

Les valeurs du gain pondéral (Poids total, Poids chair sèche) permettent de tracer le graphe

ci- dessous :

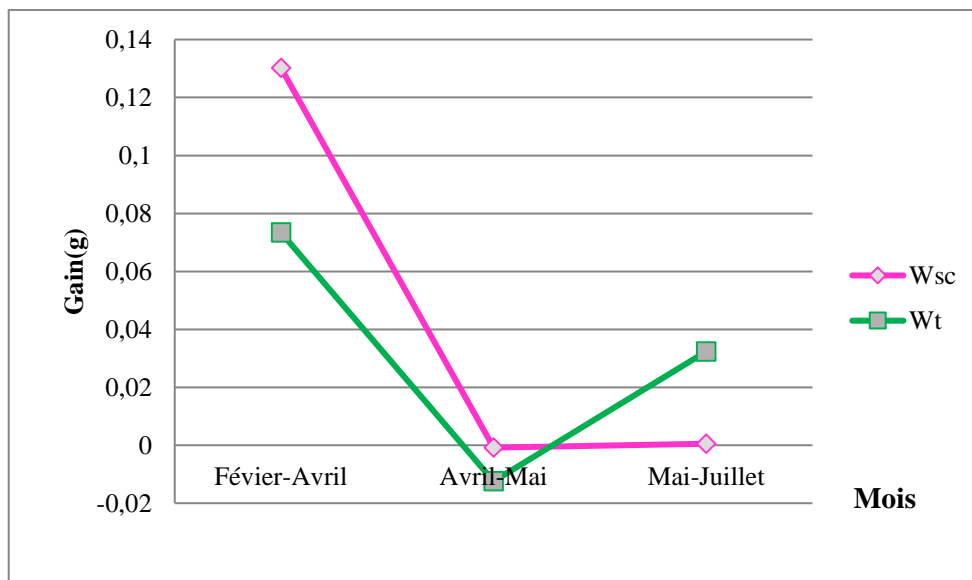


Figure II.12. Gain en poids (Wt,Wsc) de la moule *M.galloprovincialis* dans la ferme SARL EAM.

Au mois d'Avril et Mai, les gains en poids de la chair et celui du poids total sont négatifs qui peut être expliqué par un début de ponte qui peut être confirmé par les indice de condition.

Chez les mollusques bivalves, et en particulier chez les moules, les processus liés à la reproduction perturbent le schéma de la croissance par une accumulation temporaire de réserves importantes qui sont par la suite converties en gamètes puis expulsées lors de la ponte, occasionnant une perte brutale de poids (LUBET et al.1981)

Le travail réalisé sur la reproduction de *Mytilus galloprovincialis* dans la région de Rabat a montré que cette espèce préfère une température comprise entre 15,5°C et 19°C pour pondre ses produits génitaux (NACIRI, 1998). Cela concorde avec nos résultats relatifs au gain négatif en poids enregistré au niveau des cages en moi d'Avril.

Conformément à nos résultats, la croissance de la coquille n'est pas nécessairement couplée à la croissance des tissus chez les bivalves. En effet, la croissance des coquilles peut être positive même dans les périodes où la croissance des tissus est négative (FRECHETTE & BOURGET 1985, HILBISH, 2010)

II.4.4. Indice de condition

Parmi les indices de conditions utilisés pour la moule il y a l'indice de remplissage.

II.4.4.a. Indice de remplissage

Pour mieux comprendre la croissance en taille et en poids de *M.galloprovincialis* on a calculé les indices de condition et plus précisément les taux de remplissage, les résultats obtenus sont représentés ci-dessous :

Tableau II.5. Indices des conditions (Walne et Mann, Lawrence et Scott) de la *M.galloprovincialis* selon les mois dans la ferme SARL EAM.

Mois	Février	Avril	Mai	Juillet
Walne et Mann	45,083	70,402	70,764	33,409
Lawrence et scott	41,812	98,851	83,199	74,195

II.4.4. a.1.Indice Walne et Mann

Le tableau montre que, sur notre échantillonnage, la totalité des lots n'atteignait pas le taux optimum de remplissage 182(IFREMER, 2010).

II.4.4. a.2.Indice Lawrence & Scott

Sachant que les moules n'ont pas encore atteints la taille commerciale, les valeurs obtenues dépassent le 80 en avril et mai seulement correspondant à un produit maigre mais n'atteignent pas le taux optimum de remplissage 120(IFREMER, 2010).

RESULTATS ET DISCUSSION

Cependant les faibles valeurs en mois d'Avril et Mai confirme l'hypothèse du début d'une ponte durant cette période lors du calcul du gain pondéral qui était négatif.

Cela confirme l'importance de l'indice de condition pour la mesure du statut physiologique des moules et de l'allocation relative des ressources à la croissance des tissus ou des coquilles (SEED et SUSHENEK 1992).

II.4.5. Croissance relative

Sur un total de 80 individus(N), l'étude de la croissance relative a été réalisée pour les grandeurs suivantes :

Tableau II.6. Les équations de régression de la longueur totale (Lt), la largeur (Lr), l'épaisseur (Le) et le poids total (Wt) chez de la moule *Mytilus galloprovincialis* provenant de la ferme SARL EAM.

Nombre (N)	X	Y	Equation de Regression	R	Relations biométrique
80	L	Lr	$Lr=0.528L + 0.655$	0.991	Allometrie minorante
	L	Le	$Le=1.326L+2.081$	0.967	Allométrie majorante
	Lr	Le	$Le=0.391Lr-0.866$	0.989	Allometrie minorante
	L	Wt	$Wt=0.061^{0.119L}$	0.982	Allometrie minorante

Dans l'ensemble, le coefficient de régression calculé est proche de 1, ce qui signifie une bonne corrélation entre les trois variables, signifiant une croissance homogène des grandeurs mesurés.

Les équations obtenues pour les différents couples de variables :

Longueur total-largeur révèle une allometrie minorante c'est-à-dire, la longueur totale croit plus vite que la largeur.

Longueur totale –épaisseur révèle une allometrie minorante, c'est-à-dire, la longueur totale croit moins vite que l'épaisseur.

Largueur-épaisseur révèle une allometrie majorante c'est-à-dire, la largeur croit plus rapidement que l'épaisseur de la coquille.

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour la relation longueur totale-poids total frais, les résultats indiquent une allométrie minorante entre la longueur totale des individus ce qui indique que le cube de la longueur totale croit plus rapidement que poids.

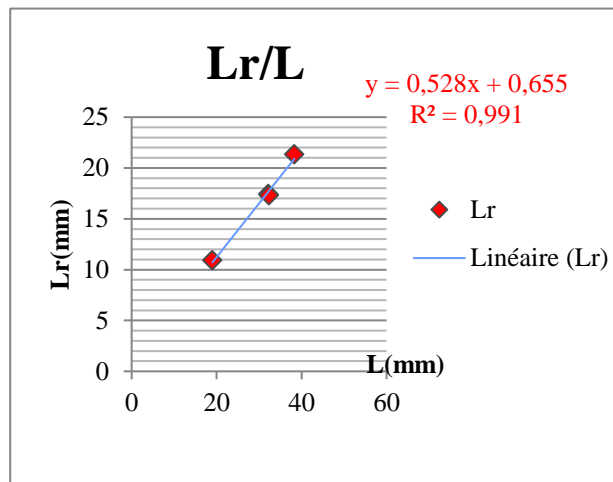
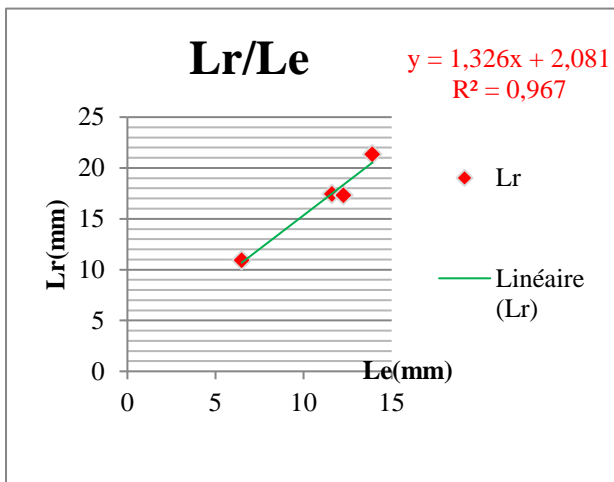
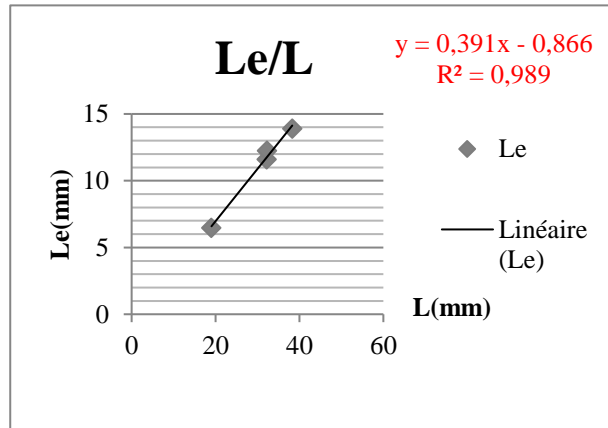
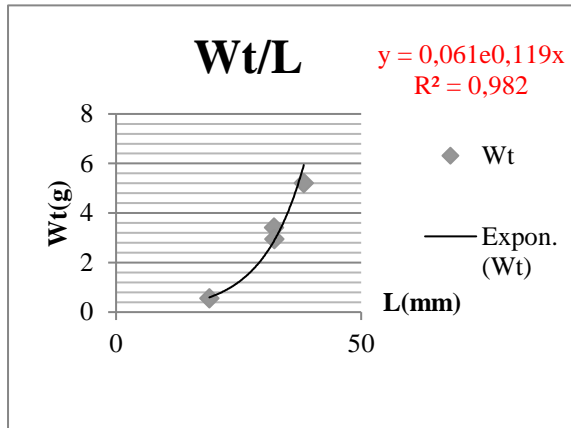


Figure II.13. La régression entre les (L,Le ,Lr et Wt) de la moules *Mytilus galloprovincialis* au niveau des sites des cages et filières dans la ferme SARL EAM.

II.5. Test de Kruskal-Wallis.

La différence en taille (longueur, largeur et épaisseur) et en poids (poids total ; poids de la chair ; poids sec de la coquille et le poids sec de la chair), entre les cinq mois est significatif au risque de $\alpha=0.05$. Les individus n'appartiennent pas à la même population.

RESULTATS ET DISCUSSION

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
fevrier	20	0	20	7,210	14,770	10,929	1,888
avril	20	0	20	12,410	23,420	17,439	3,493
mai	20	0	20	14,630	21,610	17,320	1,776
juillet	20	0	20	17,890	24,470	21,368	2,182

Tableau II.7. Résultats de test Kruskal-Wallis sur la largeur de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamark(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

K (Valeur observée)	55,101
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

Tableau II.8. Résultats de test Kruskal-Wallis sur l'épaisseur de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamark(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
fevrier	20	0	20	4,440	9,720	6,486	1,203
avril	20	0	20	7,000	17,460	11,610	2,612
mai	20	0	20	9,960	15,630	12,269	1,491
juillet	20	0	20	12,170	17,620	13,905	1,284

RESULTATS ET DISCUSSION

K (Valeur observée)	51,069
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

Tableau II.9 Résultats de test Kruskal-Wallis sur le poids total de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamark(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
fevrier	20	0	20	0,170	0,990	0,560	0,265
avril	20	0	20	0,620	10,390	3,423	2,273
mai	20	0	20	1,570	4,810	2,950	0,859
juillet	20	0	20	4,210	8,740	5,217	1,054

K (Valeur observée)	57,667
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

Tableau II.10. Résultats de test Kruskal-Wallis sur le poids de la chair de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamark(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Février	20	0	20	0,000	0,240	0,080	0,066
Avril	20	0	20	0,163	1,740	0,730	0,385
Mai	20	0	20	0,178	0,852	0,564	0,142
Juillet	20	0	20	0,520	1,410	0,926	0,221

K (Valeur observée)	53,931
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau II.11. Résultats de test Kruskal-Wallis sur la longueur de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamarck(1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Février	20	0	20	12,510	26,670	19,029	3,599
Avril	20	0	20	20,060	47,020	32,225	6,536
Mai	20	0	20	26,690	41,920	32,314	3,313
Juillet	20	0	20	34,400	47,720	38,291	3,302

K (Valeur observée)	55,462
K (Valeur critique)	7,815
DDL	3
p-value (unilatérale)	< 0.0001
alpha	0,05

II.6. Impact des facteurs physico-chimique sur la croissance

Nos résultats montrent une corrélation entre la température et la longueur et entre la température et le poids total.

Conformément aux résultats de **(BURGEOT et GALGANI, (1998) ; GRANGNEY, (2001))** qui montrent que la croissance en longueur serait en relation avec les variations des facteurs abiotiques tels que la température, l'habitat pélagique et benthique et des facteurs biotiques tels que l'âge, sexe ou encore le stade de maturité des gonades. Ce qui explique la forme allongée de la coquille selon l'axe antéro-postérieur.

La croissance des moules a été associée à la température et à la disponibilité de la nourriture **(PAGE et HYBBARD 1987; BLANCHETTE ,2007; SCHNEIDER et al. 2010)**, où les moules sont plus susceptibles de croître plus rapidement dans des endroits climatiques plus chauds lorsque les abondances alimentaires sont plus importantes **(LESSER et al, 2010)** à cause des blooms de phytoplancton, des événements d'upwelling et / ou des courants côtiers **(Menge et al., 2008)**.

Cette corrélation est représentée dans les graphes ci-dessous :

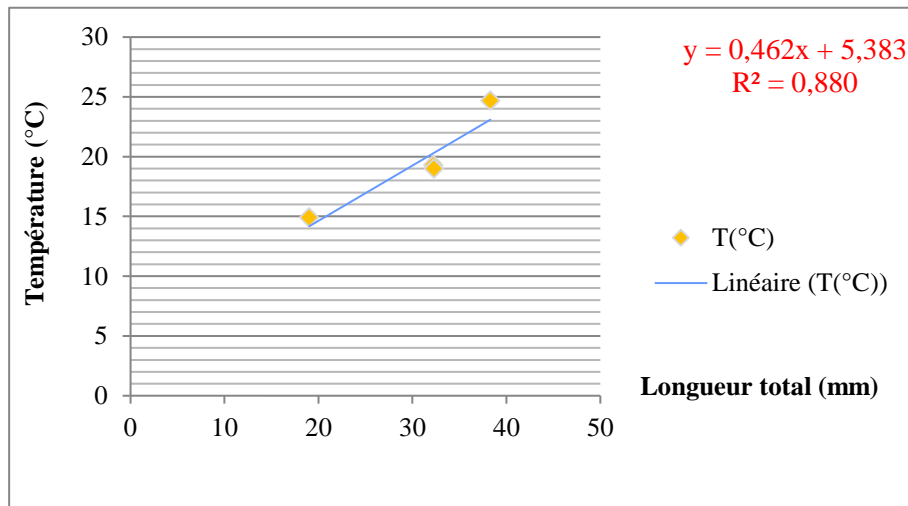


Figure II.14. Courbe de régression (Température-Longueur totale).

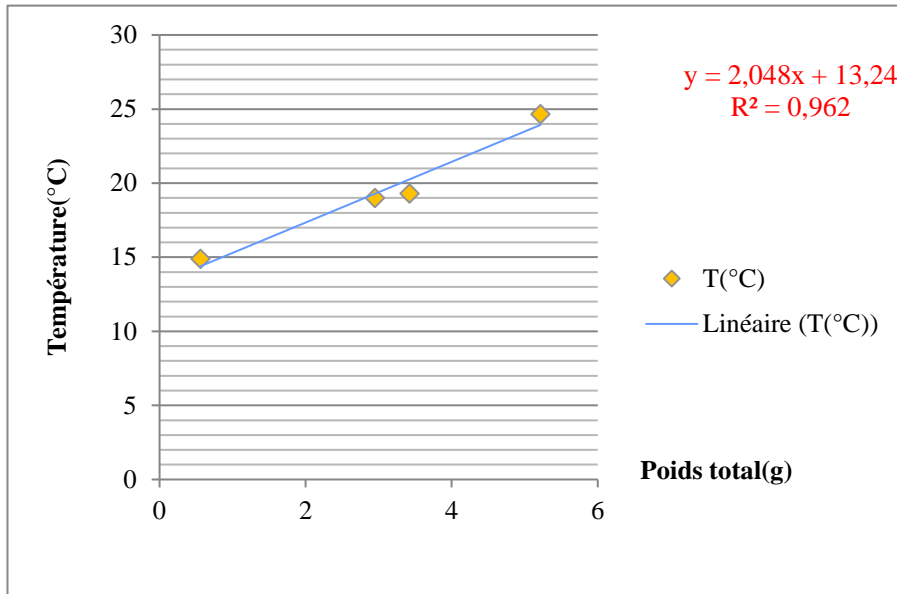


Figure II.15. Courbe de régression (Température-poids total).

La salinité quant à elle, représente un facteur environnemental clé qui peut influencer directement le comportement alimentaire et la croissance des moules.

Ainsi, la fréquence et l'amplitude des variations de salinité influenceront la réponse comportementale (siphon et fermeture de la valve de la coquille), l'activité de filtration, le taux de croissance réel, la taille maximale et le début développement et survie des moules **(ESSID et al ,2007)**.

Ceci n'a pas été observé dans notre étude car une corrélation négative entre la salinité et la longueur, et la salinité et le poids total a été trouvé.

Selon **DUFOUR et MERL (1972)**, Les bivalves sont des microphages et se nourrissent par filtration de particules en suspension comprenant le phytoplancton, le zooplancton et les résidus organiques ou seston (les moules filtrent jusqu'à 4 litres d'eau /heure) ce qui rend ce paramètre très important influençant la croissance des bivalves.

La forte amplitude des variations thermiques jouerait un rôle direct dans la succession des espèces planctoniques.

II.7. Mortalité

Sur les 100 individus placés dans un pochon au large seulement une perte de 6 individus dans le lot est constatée sur une période allant de février à juillet. Ces mortalités sont dites habituelles (inférieure à 22%) (FAO, 2016).

Différents facteurs influencent la mortalité et la dispersion des populations de moules : température, dessèchement, tempêtes et mouvements des vagues, salinité, compétitions intra- et interspécifique et prédation, cette dernière étant la plus importante des causes. YANICK et al (2003) ont déclaré que l'augmentation du stress métabolique chez les moules est corrélée avec leur mortalité. En effet, augmentation du stress métabolique est corrélée avec la réduction de la qualité des aliments en hiver qui peut entraîner une mortalité plus élevée.

II.8. Valorisation du byssus

Les moules vivent fixées sur le substrat dur, en adhérant à la roche par le byssus. Ce dernier est très résistant. « Une paire de ces mollusques est capable de soutenir le poids d'un homme » (WAITE,2017)

On a eu le poids total de moules et son propre byssus et les résultats étaient comme suit :

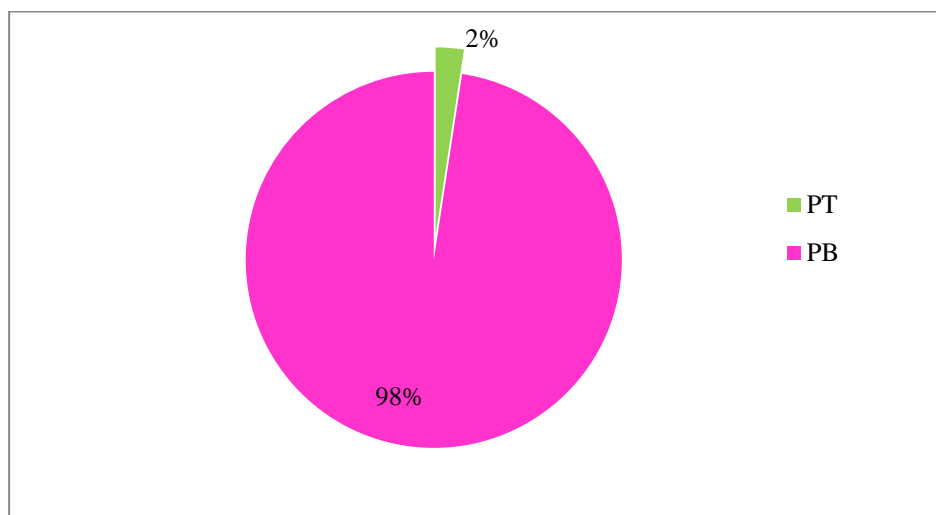


Figure II.16. Proportion du poids du byssus par rapport au poids total de la moule *M. galloprovincialis* au niveau des cages SARL EAM.

En moyenne le byssus représente 2% du poids total de la moule ceci ne concorde pas avec ce qui est trouvé dans la littérature (4%)

Le byssus se compose d'un faisceau de fils, chacun de 2 à 6 cm de longueur chez une moule adulte. L'adhésion de la moule est un processus naturel qui implique la sécrétion d'un type de colle protéique qui se durcit rapidement et se transforme en adhésif résistant à l'eau (**KIM et al, 2015**)

Dans la région de Poitou Charente en France l'élevage de moule génère de nombreux déchets. Ainsi pour 17960 tonnes de moules produites en moyenne chaque année ,12210 tonnes sont commercialisables.

Ceci génère 855 tonnes de byssus par an selon le comité régional conchylicole de Poitou-Charentes France cela représente un pourcentage de 4% du poids total des moules produites.

Selon **LARRONDE (2017)**, plusieurs voies de valorisation du byssus sont possibles

- Le fait de connaître le mécanisme d'adhésion permet de créer un solvant contre l'assemblage des moules sur la coque.
- Le professeur Waite a également indiqué que d'autres groupes de recherche travaillaient au développement de versions synthétique de cette colle de moule pour réparer des os ou des dents fracturés « Ces colles sont bien tolérées par l'organisme et sont résistantes à l'eau ce qui est idéal pour effectuer des réparations à l'intérieur du corps» (**WAITE, 2017**).
- La colle fabriquée est très efficace et fixe les matériaux à base de bois avec pour avantages remarquables de n'utiliser aucune substance toxique. (**FOURNIER et al, 2016**).
- Créer un matériau parfaitement antiadhésif (**FOURNIER et al, 2016**).

Ce revêtement est destiné à l'usage médicale : sa structure empêche que la moindre bactérie s'attache grâce à la DOPA (**FOURNIER et al, 2016**).

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans ce présent travail, deux principaux axes ont été traités, la croissance de *Mytilus galloprovincialis* et l'étude des paramètres physicochimiques du milieu, de la ferme SARL EAM (Ain Tagourait) qui pratique un élevage sur filière de sub -surface en mer ouverte. Nous sommes arrivées à certaines conclusions :

Sur le plan physico-chimique, la température moyenne oscille entre un minimum (15°C) en février et un maximum (25°C) en juillet.

La salinité (36‰) et le pH (8.1) enregistrés sont restés plutôt stables durant la période d'étude. Concernant les concentrations en oxygène dissous, elles sont dans l'intervalle de [7-9mg/L]. Quant à la concentration des matières en suspension, des valeurs importantes ont été enregistrées.

La qualité physico-chimique de l'eau dans la ferme SARL EAM est à un niveau satisfaisant et répond aux exigences de l'espèce *Mytilus galloprovincialis*.

L'étude des populations phytoplanctoniques montre une dominance des dinoflagellés par rapport aux diatomées durant la saison printanière. Pendant la période d'étude, les espèces potentiellement toxiques trouvés sont (*Pseudo-nitzschia sp*, *Nitzschia sp*, *Gonyaulax sp*) à des taux très faibles qui ne dépassent pas les normes de toxicité phytoplanctonique selon (Goffart, 2010).

Une marée rouge a été observée dans la ferme SARL EAM à Ain Tagourait en mois d'Avril ce qui est inquiétant et alarmant et nécessite une étude détaillée des espèces toxiques détectés et une supervision par les autorités concernées.

L'étude de la croissance révèle que :

La taille du naissain est passé de $19.02\text{mm} \pm 3,599$ à une taille de $38.8\text{mm} \pm 3,301679$ en cinq mois, cette taille est proche de la taille marchande (40mm), ce qui traduit un taux de croissance de 0.16mm/jour.

Concernant le poids total, il est passé de $0.56\text{g} \pm 0,264714$ à $5.2\text{g} \pm 1,054365$, ce qui traduit un taux de croissance de 0.038 g /jour.

L'impact de certains facteurs tel que la température sur la croissance en taille et en poids montre une corrélation positive.

Concernant les deux indices de conditions Lawrence and Scott et Walne et Mann, ils montrent qu'au niveau des cages :

Un taux de remplissage de 80 (Lawrance et Scott) dans les deux mois avril et mai est atteint.

Toute fois le produit ne peut être classé car les indices ont été applique sur un produit n'ayant pas encore atteint la taille marchande (4 cm).

La chute en poids sec de la chair traduirait une ponte à partir du mois d'Avril.

Les relations biométriques entre la taille et le poids traduit une bonne corrélation.

Le taux de mortalité observé durant le suivi est très bas (6%). Ce qui traduit une mortalité habituelle non causée par l'impact des facteurs du milieu sur l'espèce.

Du point de vue valorisation :

Parmi les sous-produits mytilicoles, le byssus représente environ 2% du poids total des moules produites qui peut être valorisé et utilisé dans différents domaines.

Perspectives

La mytiliculture intégrée à la pisciculture ne peut marcher qu'avec une compréhension totale des interactions entre les deux élevages afin que les deux puissent coexister dans la perspective d'une aquaculture durable.

Il serait intéressant de poursuivre ce travail sur une période plus longue en incluant d'autres aspects tels la qualité microbiologique des eaux d'élevage et la reproduction de *Mytilus galloprovincialis* pour la détermination des périodes de mise en place des collecteurs. Aussi ces données permettront d'évaluer et de définir les différentes actions d'aménagement pour une meilleure gestion des populations des moules.

La mise en place d'un réseau de surveillance des algues toxiques est nécessaire pour éviter les problèmes qui peuvent nuire à la production de la ferme et aux consommateurs.

Vue son intérêt dans divers domaines, il serait intéressant de valoriser le byssus des moules produites en Algérie comme développer des études pour le recyclage des sous-produits mytilicoles et encourager les investissements dans ce domaine.

Actuellement des laboratoires développent des produits inspirés de cet adhésif naturel pour ressouder des os ou des dents cassées, grâce à cette découverte, on pourrait trouver des solutions écologiques pour protéger la coque d'un bateau de l'accumulation des moules.

Limitations

Le vrai défi rencontré lors de notre étude était de travailler sur une ressource vivante, soumise aux aléas du milieu naturel, ce qui a fortement perturber la programmation de nos sorties sur terrains.

Lors de cette étude, la perte de la population de moules placées au niveau des filières pendant les 5 mois de suivi est probablement due aux mauvaises conditions climatiques ou/et des problèmes techniques ce qui nous a obligées de réorienter notre étude.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- **AMINOT ,A. ;CHAUSSE-PIED,M.(1983).**Manuel des analyses chimiques en milieu marin .France .Cnexo, 395 p.
- **BAYNE, B. (1998)** The physiology of suspension feeding by bivalve. Journal of experimental Marine biology and ecology.Vol.219, n°1-2, pp. 1-19.
- **BLANCHETTE,C. ., GAINE,S.(2007).** Distribution, abundance, size and recruitment of the mussel , *Mytilus californianus*, across a major oceanographic and biogeographic 38 boundary at Point Conception, California, USA. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol.340, n°5, pp. 268-279.
- **BODOY,t.A.t ., MASSE ,H. (1979).** Quelques paramètres permettant de suivre la production organique d'un mollusque bivalve au cours d'un cycle saisonnier. Publ. Sei. Tech. CNEXO : Actes colJoq, n° 7, pp. 753-766.
- **BRAIK,D.G. (1989).**Etude de la dynamique sédimentaire de vent Bou-Ismaïl – sédimentologie problèmes d'érosion du littoral-Aménagement .Thèse magistère. Géologie. Alger : U.S.T.H.B,174 p.
- **BURGEOT, T. ., GALGANI, F. (1998).** Application de l'EROD chez les poissons marins dans un programme pluridisciplinaire : surveillance de la mer du Nord In : Lagadic., Carquet, T.,Amiard,J C et Ramade,F. Paris :Lavoisier, 200 p .
- **CARRABIN,(2011).** Dimitri. Détection et identification moléculaires de populations cyanobactériennes productrices de microcystines au Québec. Thèse de doctorat.Canada :Université du Québec à Trois-Rivières, p. 221.
- **CELIK, M. et al. (2009).**İsmihan. Effects of environmental factors on growth and mortality of raft cultivated mussel (*Mytilus galloprovincialis* L.) cultivated in lantern nets in Black Sea. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AAFL Bioflux). Vol. 2, n°2,pp. 154-157 .
- **DAGORNE, A. (1973)** :sédimentologie et bionomie benthique en baie de Bou-Ismaïl (ex :Castiglione).Bull.Inst .Océanographe .d'Alger .Pelagos, Vol.IV,Fasc ,2,pp.40-53.
- **DARDANELLES.** J Fish Aquat Sci.Vol.22,n°3, pp. 257-261.

- **DUFOUR, P. ., MERLE, J.(1972).** station cotiere en atlantique tropical .hydroclimat et production primaire.paris: Rapport d'activité .Document non publié .Paris: O.R.S.T.O.M.Pointe-Noire.
- **ESSID, N. et al. (2007).** Impact des pseudo-feces de moules sur les densités des bactéries hétérotrophes dans le secteur mytilicole de la lagune de Bizerte (Tunisie). *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*. Vol. 20, n°4, pp. 383-392.
- **FRECHETTE, M. ., BOUTGET, E. (1985).** Food limited growth of *Mytilus edulis* (L.) in relation to benthic boundry layer. *Can J Anim Sci* .Vol.42,n°1,pp. 166-1170.
- **GARDNER, (2002).** Jonathan PA. Effects of seston variability on the clearance rate and absorption efficiency of the mussels *Aulacomya maoriana*, *Mytilus galloprovincialis* and *Perna canaliculus* from New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.Vol. 268, n° 1, pp. 83-101.
- **GOSLING, E. (2003).** Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture: Rapport d'activité .Document non publié.Oxford :Fishing News Books.
- **GRANGERY, A. (2001).**Etude et modalisation de la dynamique des population des principaux bivalves en élevage (*Crassostrea gigas* et *Mytilus galloprovincialis*) et des principaux epibiontes des étangs de Thau. Thèse de doctorat.halieuétique .France : Université de paris ,212 p.
- **HABERKORN, H. (2009).** Impact du dinoflagellé toxique, *Alexandrium minutum*, sur l'huître creuse, *Crassostrea gigas*: approche intégrative.Thèse de doctorat. Toxicologie. Brest :Université de Bretagne occidentale.
- **HADDOUCHE,I. (2003).**Etude de l'état de pollution de la baie de Bou-Ismaïl par les sels nutritifs et Les meteaux lourds en Juillet 2002. Mémoire d'ingénieur. Aménagement.Alger : ENSSMAL, 88 p.
- **HEINONOEN (2014).**Farmed Mussels worldwide [en ligne] .USA: Monterey Bay aquarium. [consulté le 17 aout 2017] Disponible sur le web : <http://venturashellfishenterprise.com/pdf/4_Monterey_Bay_Aquarium_Seafood_Watch_Farmed_Mussels.pdf>.
- **HILBISH ,T. et al. (2010).** Historical changes in the distributions of invasive and endemic marine inver-tebrates are contrary to global warming predictions: the effects of decadal climate oscillations. *Journal of Biogeography*.Vol. 37,n°6,pp. 423–31.

- **KAUSHIK, N. *et al.* (2015).** Biomedical and Clinical Importance of Mussel-Inspired Polymers and Materials. *Marine drugs*, Vol. 13, n° 11, pp. 6792-6817.
- **KHATTABI, H. *et al.* (2002).** Changes in Quality of landfill leachates from recent and aged municipal solid waste. *Waste management and research*. Vol. 20, n° 4, pp. 357-364.
- **KIM, B. *et al.* (2015).** D.S. Mussel-inspired adhesive protein-based electrospun nanofibers reinforced by Fe(III)-DOPA complexation. *J. Mater. Chem. B*. Vol. 99, n° 3, 112 p.
- **LE MAO, P. ., ROUGERIE, M. (1998).** Projet Qualité des mollusques: grillenationale de qualité des moules. Rapport IFREMER .document non publié. france:ifremer.
- **LECLAIRE, L. (1972).** la sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro- baléares, Paris :Mém.Mus.Nat., Vol. 24, 391 p.
- **LESSER, M. *et al.* (2010).** Physiological response of the blue mussel *Mytilus edulis* to differences in food and temperature in the Gulf of Maine. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. Vol. 156, n° 2, pp. 541–51.
- **LUBET, P. (1981).** Action de la température sur le cycle de reproduction des lamellibranches. *Extrait Bull. Soc. Zool. France*. Vol. 106, n° 3, pp. 283-291.
- **LUCAS, A. ., SENINGER, P.G. (1985).** The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*. Vol. 44, pp. 187-200.
- **MCDONALD, J. ., KOEHN, R. (1991).** Allozymes and morphometric characters of 3 species of *Mytilus* in the northern and southern hemispheres. *mar. biol.* Vol. 111, pp. 323-333.
- **MENGE B. *et al.* (2008).** Response of a rocky intertidal ecosystem engineer and community dominant to climate change. *Ecology Letters*. Vol. 11, n° 2, pp. 151–62.
- **MERBAH, Sihem. (2009).** Contribution à l'étude de la dynamique de population de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) et de sa faune associée, sur filières mytilicoles (Wilaya Tipaza). Thèse de doctorat. Halieutique. Alger :ENSSMAL, 150 p.
- **NACIRI, M. (1998).** Dynamique d'une population de moules, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), vivant sur la côte atlantique marocaine. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*. Vol. 79, n° 21, pp. 43-50.
- **PAGE, H. ., Hubbard, D. M. (1987).** Temporal spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. *J Exp Mar Bio Ecol*. Vol. 111, n° 3, pp. 159-179.

- **PHERNAMBUCQ, A.J.W. ., VROONLAND, C.S. (1983).** A comparizon of four index of condition of the european fiat oyster *ObtU.4 e.duli.b L Cons. int. Explor. Mer, C.M.* Vol.3,11 p.
- **PIPE, R.K. *et al.* (1995).** Evidence for environmentally derived immunomodulation in mussels from the Venise Lagoon. *Aquat. Toxicol.* Vol.32 ,n°1,pp. 59-73.
- **POURRIOT, R. ., MEYBECK, M. (1995).** *Limnologie générale*, Masson, Paris, 956 p.
- **SCHNEIDER, K. (2010).** In-teractive effects of food availability and aerial body temperature on the survival of 2 intertidal *Mytilus* species. *Journal of Thermal Biology.* Vol.35,n°2, pp. 161–169.
- **SEED R. ., SUCHANEK, T. H. (1992).** Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling E.M.. *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetic and Culture.* Amsterdam: Elsevier Sci. Pub, pp. 87-169.
- **SENOUCI ,k.B.(2005).** Les paramètres physicochimiques et les sels nutritifs dans la baie de Bou-Ismaïl.(mémoire d'ingénieur).*Environnement.* Alger:ENSSMAL,94 p.
- **SHUMYAY, S.E. (Ed.) 2011.** *Shellfish Aquaculture and the Environment.* United Kingdom: Wiley-Blackwell.in:HEINON (2014).*Farmed mussels worldwide :Rapport d'activité.*document non publié.USA:Seafood watch.
- **SKALAR, ANALYTICAL. (1998).** *Manuel San Plus Analyser: SA 1050 Random Access autosampler.* Netherlands: Breda 23 p.
- **TROTTEY,A.(2007).** Impact de la mytiliculture sur les communautés planctoniques dans la lagune de Grande-Entrée aux Îles de la Madeleine. Thèse de doctorat. *Environnement.* (Québec, Canada) :Université du Québec à Rimouski.
- **VIARENGO, A. *et al.* (1993).** Cu, Zn and Cd content in different tissues of the Antarctic scallop *Adamussium colbecki*: role of metallothionein in heavy metal homeostasis and detoxication. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* Vol. 95 ,n°(1-2) , pp. 163-168.
- **WAITE, J. H. (2017).** Mussel adhesion—essential footwork. *Journal of Experimental Biology.* Vol. 220, n° 4, pp. 517-530.
- **YAMAGUCHI, E. et GOULD, (2007).** A. *Phytoplankton identification guide.* The University of Georgia Marine Education Center and Aquarium, Georgia Google Scholar, Vol.138,n°1-4 ,pp. 349-362.
- **Yanick, J. *et al.* (2003).** Survival and growth of local and transplanted blue mussels (*Mytilus trossulus*, Lamark). *Aquacult Res.* Vol.34,n°4,pp. 869-875.

ANNEXES

Annexes 1

1.1. Protocole des mesures physico-chimiques

Protocole de mesure de la Matière En Suspension MES

Principe :

La méthode consiste à filtrer l'eau de mer sur membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à **0,5 µm** environ.

La membrane est rincée, séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant.

Mode opératoire :

2-1 Préparation des filtres :

- mettre les filtres de **0,7µm** dans un bicher de **HCl** à **0,1N** pendant **1h**.
- laver abondamment avec l'eau distillée pendant **3 à 4 mn**.
- déposer les filtres sur un papier aluminium.
- sécher dans l'Etuve à **70°C/ 2h**.
- déposer d'autres filtres de **1,2µm** sur un papier aluminium et les mettre avec les autres dans l'Etuve.
- superposer chaque filtre de **0,7µm** sur un filtre de **1,2µm** dans une boîte à filtre bien stérile.
- mettre les boîtes dans le dessiccateur jusqu'à les peser (**15min** au minimum).
- peser les boîtes à filtres par une balance électrique de type..... pour avoir le **P_{A.f}**.
- remettre les boîtes dans le dessiccateur, en attendant les échantillons.

Echantillonnage et conservation :

- prélèvement à l'aide d'une bouteille **Niskin** et la conservation des échantillons dans des flacons de **1,5l** dans des glacières.

Filtration :

- Au retour au laboratoire, la filtration des échantillons est effectuée par une Rampe de type à 03 postes. En utilisant, les filtres de **0,7µm** préparés.
- Filtrer, en parallèle, un volume d'eau distillée équivalent à celui d'échantillons sur un filtre de **0,7µm** préparés pour avoir le **Blanc**.
- Après chaque échantillon rincer la rampe avec l'HCl 0,1N puis avec l'eau distillée.
- Remettre les filtres dans leurs boîtes et les déposer d'une façon semi-fermée dans l'Etuve à **32°C** pendant une nuit.
- Repeser les boîtes à filtres pour avoir le **Pf (Annexe)**.

Calcul et expression des résultats :

- Soient :

P_{A.f} (mg): le poids du filtre avant filtration ;

P_f (mg): le poids du filtre après filtration ;

V (l): le volume filtré ;

B (mg): le blanc, s'il excède ± 0,05mg en moyenne (B<0 s'il y a perte de poids).

B = P_f (blanc) - P_{A.f} (blanc)

La concentration des MES est donnée par l'expression :

MES (mg/l) = (P_f - B - P_{A.f})/V

Protocole de dosage des Sels Nutritifs(SN) :

Méthode d'analyse :

Les méthodes utilisés pour le dosage des sels nutritifs (NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻, SiO₂ et NH₄⁺) est le dosage par colorimétrie à flux continu et automatisé sur l'appareil « Auto Analyser San Plus » S.F.A.S troisième génération selon les protocoles définis par SKALAR® 1998.



Figure 1 : Photos de l'Auto-Analyser SAN plus System, SKALAR®, 1998.

Définition de la colorimétrie :

Cette méthode est l'une des méthodes de dosage chimique des sels nutritifs basée sur l'absorption de la lumière par la solution analysée. Elle est appelée aussi photométrie ou absorptiomètre. La colorimétrie est basée sur la loi de Beer-Lambert qui est définie comme suit :

$$A = DO = \log I_0/I = \epsilon .L.C$$

L'absorption et la transmission sont deux phénomènes auxquels est soumise une substance d'épaisseur (L) traversée par un faisceau lumineux monochromatique. Les quantités de lumières absorbées (Absorbance) et transmises (transmission) obéissent à la loi de Beer-Lambert.

Où :

I₀, I : est l'intensité lumineuse incidente et émergente du milieu absorbant.

A : est l'absorbance ou densité optique.

ε: est le coefficient d'extinction moléculaire.

L : est le trajet optique (épaisseur du milieu absorbant).

C : est la concentration du milieu absorbant.

Principe général :

Le principe de dosage des sels nutritifs est basé sur une réaction de coloration. En effet ces sels réagissent dans certaines conditions (T°C, pH, Catalyseur ...) avec des réactifs spécifiques pour donner naissance à une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'ondes (λ). L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration, de même ce dernier est de temps plus important que la solution est concentrée en sel dosé.

Matériel utilisé :

Auto-Analyzer SAN plus System de marque SKALAR®, 1998.

Bi-distillateur MILLI-Q® Reagent Water System.

Des micropipettes Fortuna ® avec éjecteur d'embouts de type DIGITAL , une de 200 à 1000 μ l et l'autre de 20 à 250 μ l, ainsi que des fioles de 100 et 500 ml.

Balance, Spatule, entonnoir, bécher et la hote.

Étalonnage :

Cette opération nécessite la préparation pour chacun des éléments à analyser une solution mère et une solution fille. Pour chacune de ces solutions filles, on réalise une série de six étalons couvrant la gamme de la concentration des échantillons rencontrée habituellement dans l'eau de mer.

Les droites d'étalonnage sont établies automatiquement par le logiciel en utilisant les concentrations connus des solutions étalons et leurs hauteurs de pic correspondantes. L'eau bi-distillée et les réactifs sont pris comme référence pour la construction de ligne de base.

Protocole d'échantillonnage et analyse en laboratoire du pytoplancton.

Déroulement, prélèvement/ mesures et conditionnement des échantillons

- Prélèvement avec bouteille
- Armer la bouteille
- Vérifier que le robinet et la prise d'air sont fermés
- Immerger la bouteille

- Rincer la bouteille (laisser la bouteille quelques secondes entre la surface et -1m)
- Déclencher la fermeture de la bouteille et remonter la bouteille
- Observation des blooms : 1L au minimum

Soutirage des échantillons

- Laisser couler quelque mL et rincer le flaconnage ;
- Remplir les flacons ;
- Ajouter le fixateur dès que possible (lugol) pour le flacon qui servira au dénombrement phytoplancton ;
- Stocker les flacons dans la glacière à l'abri de la lumière ;
- Assurer la traçabilité de l'échantillon identification du flaconnage : date, heure, nom de la station.

Préparation lecture du phytoplancton

- Cuve à sédimentation ;
- Pipette ;
- Pro pipette ;
- Microscope inversé ;
- Mise en cuve en vue de l'observation en microscopie

Préparation des cuves à sédimentation :

S'assurer que tout le matériel atteint l'équilibre avec la température ambiante de la pièce, travailler sur une surface horizontale plane.

Remplir la chambre de sédimentation après l'homogénéisation en une seule fois, jusqu'à l'obtention d'un léger excès d'eau provoquant un ménisque convexe à la surface de la chambre.

Le surplus d'eau est chassé avec le glissement de la lame supérieure, tout en faisant attention à ne pas enfermer de bulle d'air dans la chambre. La méthode d'utermol

Identification et dénombrement :

L'identification des cellules repose sur l'observation visuelle des caractères généraux et des attributs morphologiques remarquables des cellules, soit par comparaison aux documents de référence en s'appuyant aussi sur les textes d'accompagnement des illustrations soit à l'aide de clés d'identification.

- des espèces caractéristiques de la région échantillonnée
- des variations morphologiques au sein d'une même espèce
- des données environnementales liées à l'échantillon analysé (température, salinité...).

1.2. Tests statistiques :

Le traitement statistique des données s'est effectué avec le logiciel **EXCELSTAT** :

Test de KRUSKAL WALLIS

Ce test est utilisé lorsqu'il y a présence de k échantillons indépendants, afin de déterminer si les échantillons proviennent d'une même population ou si au moins un échantillon provient d'une population différente des autres. Deux résultats peuvent en ressortir :

H_0 : les échantillons proviennent de la même population.

H_a : les échantillons proviennent de populations différentes.

2.figures

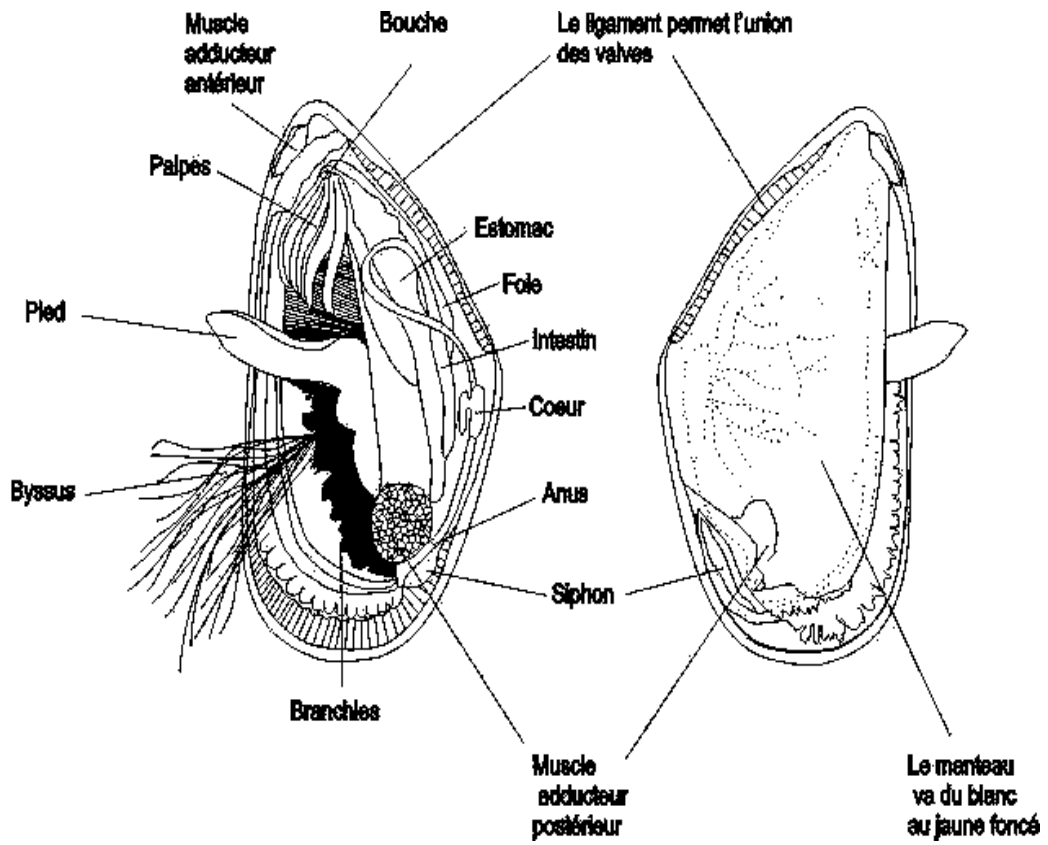


Figure A1 : Anatomie de la moule *M.galloprovincialis*



Figure A2: principaux pays producteurs de *Mytilus galloprovincialis* Statistiques de pêches
FAO, (2006)

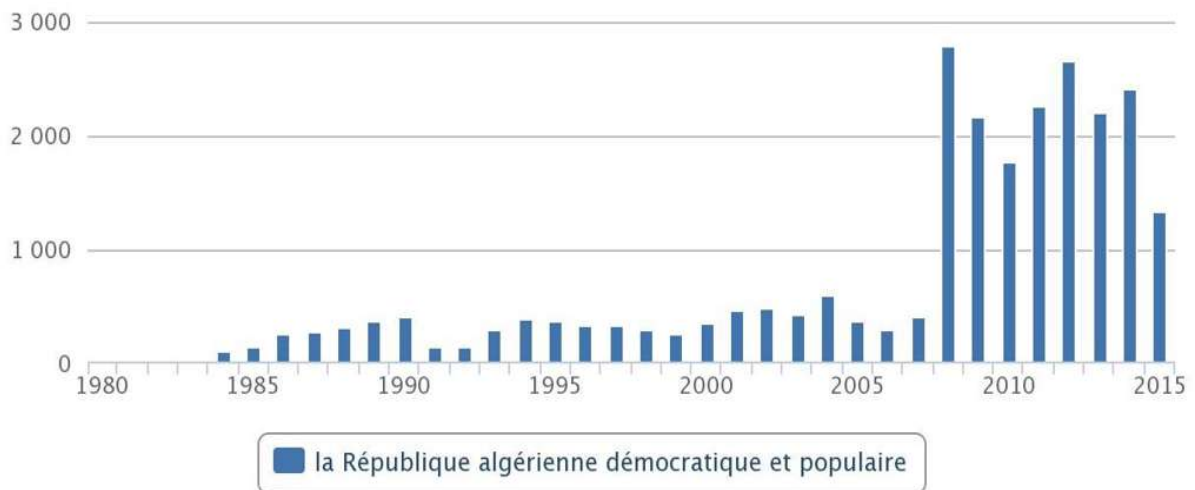


Figure A3 : production aquacole totale pour la république algérienne démocratique et
populaire (tonnes) Statistique FAO 2017

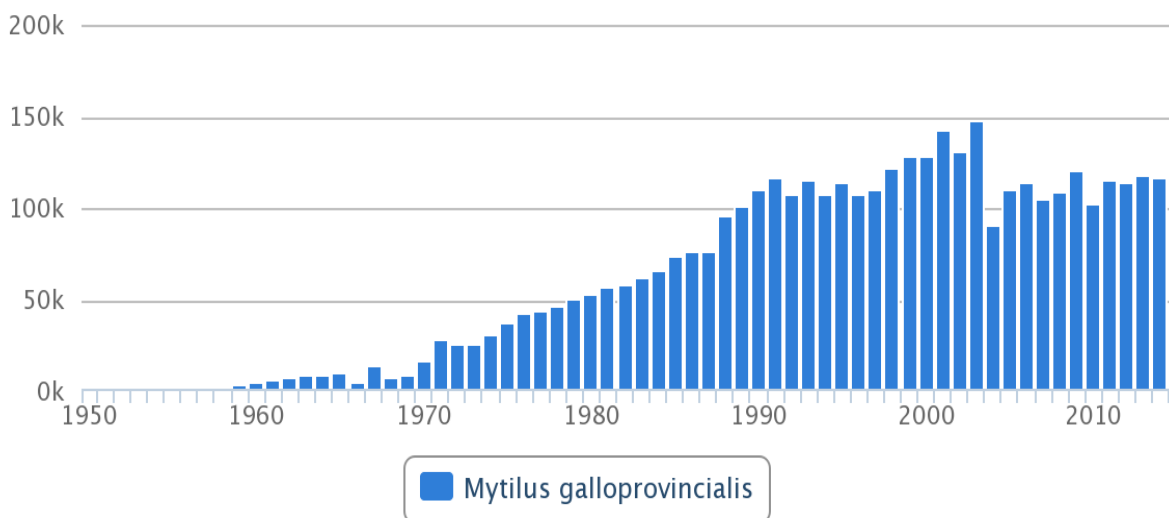


Figure A4 : production aquacole totale dans le monde (tonnes) Statistique FAO 2017

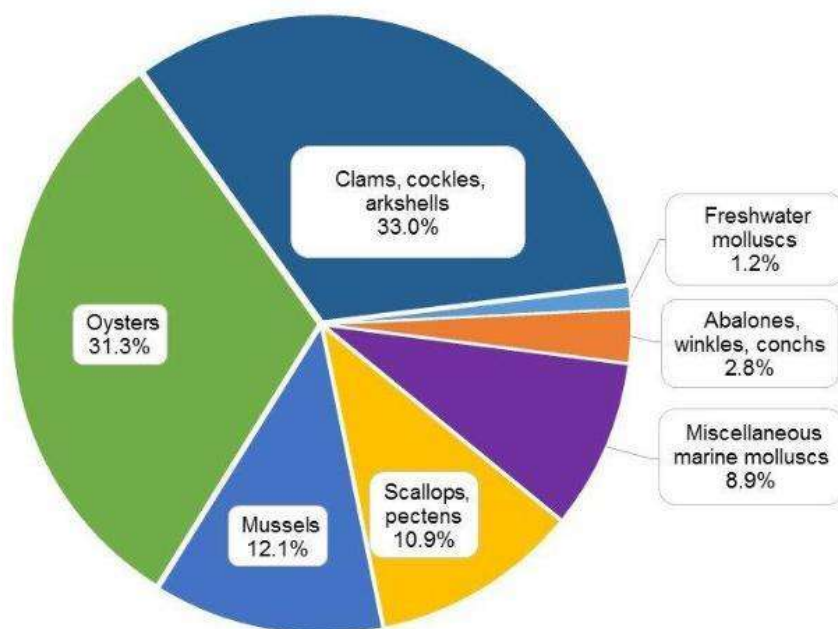


Figure A5 : le pourcentage de production aquacole mondiale (15.2 millions de tonnes) pour la principale espèce de mollusque en 2012. Statistique FAO 2014



Figure A6 : photo de la ferme SARL EAM (Ain Tagourait)

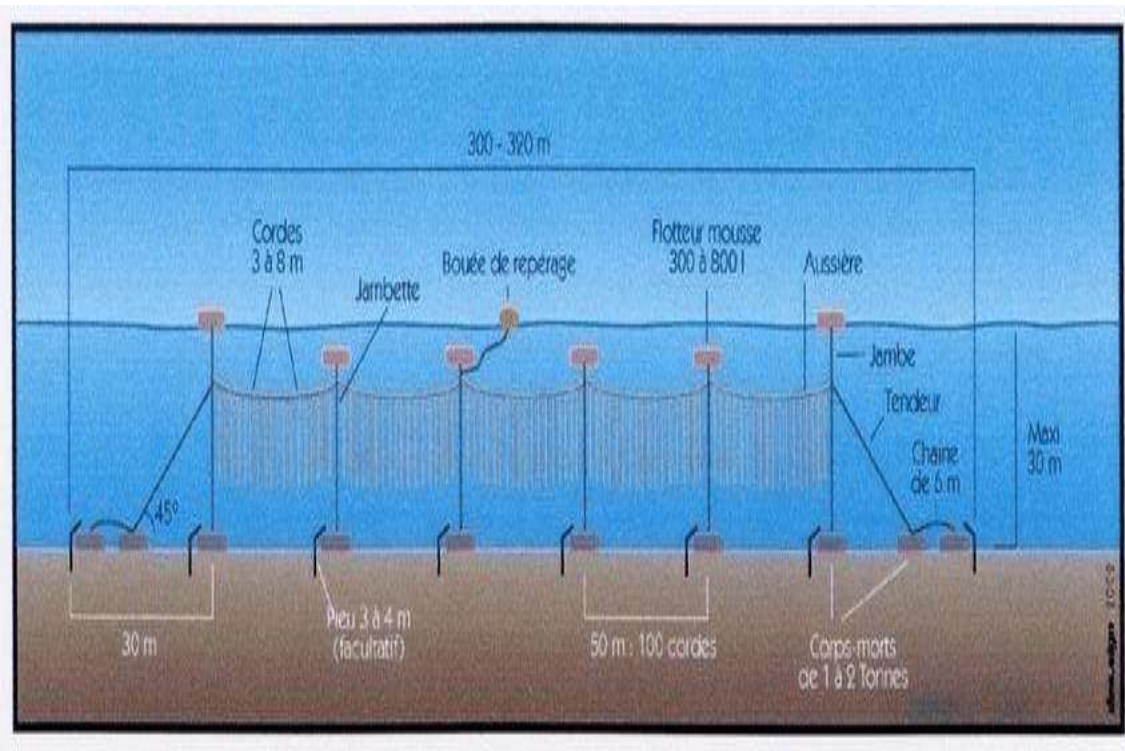


Figure A7: Schéma de la filière de sub-

surface utilisé au niveau de la ferme SARL EAM

2. Données et Resultats

Tableau A1 : Les paramètres physico-chimique des eaux d'élevage dans la ferme SARL EAM

mois	T(°C)	O2(mg/l)	sat %	ph	s‰
fevrier	14,9	9,18	91,8	8,39	36,61
mars	17,9	8,16	88,6	8,4	36,64
avril	19,3	7,67	83,2	8,41	36,68
mai	19	9,75	103,6	8,33	36,7
juillet	24,67	8,7	101,1	8,18	36,6

Tableau A2 : Moyennes des mesures biométriques de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lmk (1819) au niveau des cages dans la ferme SARL EAM

mois	fevrier	avril	mai	juillet
L	19,029	32,2245	32,314	38,291
Lr	10,9285	17,439	17,32	21,368
Le	6,486	11,6095	12,2685	13,905
Wt	0,56	3,425	2,95	5,217
Wq	0,2675	1,569	1,435	0,9255
Wqs	0,266	1,39699	1,2038	1,957

Wch	0,0359	0,25122	0,0359	0,25122
Wsc	0,01137	0,13047	0,09927	0,1384

Tableau A3 : Moyennes des mesures biométriques de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lmk (1819) au niveau des filières dans la ferme SARL EAM

mois	avril	mai
L	24,728	32,79
Lr	14,498	19,868
Le	8,666	12,744
Wt	1,168	4,2005
Wq	0,604	1,956
Wqs	0,586	1,805
Wch	0,23	0,77538
Wsc	0,0359	0,25122

Résumé :

Ce travail a pour but d'étudier l'impact de certains paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous, salinité, MES et chlorophylle a) sur la croissance de la Moule *Mytilus galloprovincialis* récoltée dans la ferme conchylicole SARL EAM à Aïn -Tagourait wilaya de Tipaza.

Les résultats de l'analyse des paramètres physicochimiques de l'eau nous ont permis de mettre en évidence des fluctuations saisonnières de ces paramètres, des valeurs de MES, sels nutritifs dans la norme et un certains nombre de micro algues a potentialité toxique observés ; certains pourraient expliquer le bloom apparu dans un mois d'échantillonnage.

Sur les populations de moules échantillonnées de site des cages du Février a juillet, pour les quelles l'âge des individus, devrait être similaire (mêmes besoins), nous avons présenté : 1) la relation entre les différentes mesures de la taille et du poids (influencé par les rejets « régime nutritionnel » et l'hydrodynamisme que subit la population locale) et certains paramètres tels que la salinité et la température ; 2) indices de condition (reflétant un degré de maturité sexuel et/ou un état physiologique donné) , en tenant compte que des différences significative pourraient être dus à un pool génétique différent entre les individus et de la fluctuation saisonnière (thermique, et osmotique) ;les population phytoplanctonique toxique et non toxique .

Mots clés : Moule ; *Mytilus galloprovincialis* ; croissance ; Aïn-tagourait .

Abstract:

The aim of this work is to study the impact of certain physicochemical parameters (temperature, dissolved oxygen, salinity, MES and chlorophyll a) on the growth of the *Mytilus galloprovincialis* Mussel harvested in the shellfish farm SAML EAM in Ain -tagourait wilaya of Tipaza.

The results of the analysis of the physicochemical parameters of water allowed us to show seasonal fluctuations of these parameters, MES values, nutrient salts in the standard and a number of micro algae have toxic potential observed; some might explain the bloom appeared within a month of sampling.

On the sampled mussel populations of cage sites from February to July, for which the age of the individuals should be similar (same needs), we presented: 1) the relationship between the different measures of height and weight (influenced by "nutritional regime" discharges and the hydrodynamism experienced by the local population) and certain parameters such as salinity and temperature; 2) condition indices (reflecting a given degree of sexual maturity and / or physiological state), taking into account that significant differences could be due to a different gene pool between individuals and seasonal fluctuation (thermal, and osmotic) phytoplankton toxic and non-toxic populations.

Key words: Mold; *Mytilus galloprovincialis*; growth; Ain-tagourait

ملخص :

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير بعض المعلمات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة والأكسجين المذاب والملوحة والميورانيوم والكلوروفيل أ) على نمو بلح البحر ميتيلوس غالوبروفينشالييس الذي تم حصاده في مزرعة المحار شامل إيم في ولاية عين طاجورة من تيبازة.

وقد أتاحت لنا نتائج تحليل المعلمات الفيزيائية الكيميائية للمياه أن تظهر تقلبات موسمية لهذه البارامترات، وقيم ميس، وأملاح المغذيات في المعيارية، وعدد من الطحالب الدقيقة، قد يفسر البعض ازهر ظهرت في غضون شهر من أخذ العينات.

على عينة من بلح البحر من مواقع القفص من فبراير إلى يوليو، والتي يجب أن يكون عمر الأفراد مماثلة (نفس الاحتياجات)، قدمنا: 1) العلاقة بين مختلف تدابير الطول والوزن (تتأثر بفعل "نظام التغذية" التصريف والهيدروديناميكية التي يعاني منها السكان المحليين) وبعض المعالم مثل الملوحة ودرجة الحرارة. 2) مؤشرات الحالة (التي تعكس درجة معينة من النضج الجنسي و / أو الحالة الفسيولوجية)، مع الأخذ بعين الاعتبار أن الاختلافات الكبيرة يمكن أن يكون راجعا إلى تجمع الجينات المختلفة بين الأفراد والتقلبات الموسمية (الحرارية، التناضحي) العوالق النباتية السامة وغير سامة السكان.

الكلمات المفتاحية: مولد؛ ميتيلوس غالوبروفينشالييس؛ النمو، Tagourait عين.