

The effects of microalgal diets (based on three species *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Spirulina sp*) on the lipid storage and growth of cultured *Ruditapes decussatus* spats

Etude des effets des régimes microalgaux (basée sur trois espèces *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* et *Spiruline sp*) sur l'accumulation lipidique et la croissance des naissains de la palourde *Ruditapes decussatus*

S. DRIDI*¹, A. FATHALLI ²

¹ Higher Institute of Peach and Aquaculture of Bizert; Bizert ISPA –PB 15, ERRIMEL 7080 Bizert, Tunisia.

² National Institute of Marine Science and Technology, INSTM La Goulette, 2060, Tunis, Tunisia.

*Corresponding author: salwadridi@yahoo.fr

Abstract –The main aim of this work is to compare the effect of three species of microalgae (*Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Spirulina sp*) on growth of spats of the bivalve *Ruditapes decussatus*, in order to detect the microalgae that allow better growth and consequently improve breeding conditions for this species. The results obtained showed that the nature of the microalgae species used as a feed influences the accumulation of lipids in the flesh of clam spat differently. Thus *Isochrysis galbana* allowed having the highest percentage of lipids in the dry flesh of clams after four weeks of conditioning (46.1% DW). The differences in measurements of total weight of the three batches of clams fed with *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Spirulina sp* between T0 (start of conditioning) and T4 (4 weeks after conditioning) were respectively 0.17 g, 0.13 g and 0.23 g. Differences between metric measurements registered in T0 and T4 for the three batches of clams fed with *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Spirulina sp* were respectively for width 0.1cm, 0.17 cm and 0.17 cm, for length 0.1 cm, 0.07 cm and 0.08 cm and for thickness 0.08 cm, 0.04 cm and 0.05 cm. This shows that the microalgae *Isochrysis galbana* allows the largest increase in size and weight for *R. decussatus* spats during the same period of conditioning then the spats fed with *Chaetoceros calcitrans* and *Spirulina sp* (for most measured parameters). These results are confirmed by the correlation index R^2 determined from allometric regression equations relationships linking the total weight and the width of *R. decussatus* fed with *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* and *Spirulina sp* which were respectively 0,72; 0,92 and 0,93. Thus, we conclude that *Isochrysis galbana* allow the best growth of *R. decussatus* spats

Keywords: *Ruditapes decussatus* spats, microalgae, conditioning, lipids, fatty acids, growth,

Résumé - L'objectif du présent travail est de comparer l'effet de trois espèces de microalgues (*Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* et *Spiruline sp*), sur la croissance pondérale et métrique du bivalve *Ruditapes decussatus* et sur l'accumulation lipidique dans la chair. Les résultats obtenus ont montré que la nature de l'espèce de microalgue utilisée comme aliment influence différemment l'accumulation des lipides dans la chair des naissains de palourdes. Ainsi *Isochrysis galbana* a permis d'avoir le plus haut pourcentage de lipides dans la chair sèche des palourdes au bout des quatre semaines de conditionnement (46,1 % MS). Les différences des mesures des paramètres métriques et pondéraux des trois lots de palourdes alimentés avec *Chaetoceros calcitrans*, *Spiruline sp* et *Isochrysis galbana*



entre T0 (début de conditionnement) et T4 (fin du conditionnement) après 4 semaines sont respectivement 0,17 ; 0,13 et 0,23 g pour le poids total, 0,1 ; 0,17 et 0,17 cm pour la largeur, 0,1 ; 0,07 et 0,08 cm pour la longueur et 0,08 ; 0,04 et 0,05 cm pour l'épaisseur. Ce qui montre que la microalgue *Isochrysis galbana* a permis la plus importante augmentation de poids et de taille durant le même laps de temps que les deux autres microalgues utilisées. Ces résultats sont confirmés par l'indice de corrélation R^2 déterminé à partir des équations de régression des relations allométriques liant le poids total et la largeur de *R. decussatus* nourrit avec *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana* et *Spirulina sp* qui sont respectivement 0,72 ; 0,92 et 0,93. Ainsi, nous constatons que la microalgue utilisée comme aliment et qui a permis la meilleure croissance des naissains de *R. decussatus* est l'*Isochrysis galbana*.

Mots clés : Naissains de *R. decussatus*, microalgue, conditionnement, lipides, acides gras, croissance.

1. Introduction

La palourde *Ruditapes decussatus* (L. 1758), est un mollusque bivalve de la famille des veneridae, réparti naturellement dans les zones estuariennes et lagunaires dans la majeure partie du bassin méditerranéen (Parache, 1982). En Tunisie, elle est présente sur presque tout le littoral, particulièrement dans le golfe de Gabès (Medhioub, 1983) où quasiment la totalité de la production nationale est pêchée. Les zones de production de Sfax, ont contribué en 2011 à près de 66% de la production nationale de palourdes contre une contribution de 26% et 8% respectivement pour le gouvernorat de Gabès et Médenine. Selon les statistiques de l'FAO, (2017), durant la période allant de 1990-2014, la production nationale de la palourde a connu une évolution assez irrégulière dans le temps. En effet, le suivi de cette production a montré de fortes variations annuelles dont les explications peuvent être d'ordre sanitaire, commerciale ou en relation avec la biologie de l'espèce. L'évolution de la production durant la dernière décennie a connu une stabilisation autour d'une production moyenne d'environ 600 tonnes grâce à une stabilisation de la situation sanitaire des zones de production, une meilleure maîtrise de la gestion sanitaire des zones, l'harmonisation des normes régissant l'activité et la consolidation des opérateurs de la filière. En 2014, la production a atteint 1635 tonnes pour une valeur de 6,6 million de dinar Tunisien, soit 3,3 million d'Euro. Jusqu'à présent, l'exploitation commerciale de la palourde *R. decussatus* est tributaire de la collecte du stock naturel ce qui fait de cette espèce un enjeu socioéconomique important, tant au niveau de l'emploi, faisant travailler une population rurale principalement féminine ainsi qu'au niveau de la balance commerciale du pays via son exportation vers l'Europe (environ 85 % de la production) essentiellement vers l'Italie et l'Espagne (Nouaili, 2013).

En matière de conchyliculture, cette activité, basée sur l'ensemencement des juvéniles (capturés ou élevés en écloséries) dans le sédiment suivi par le grossissement jusqu'à la taille commerciale (Spencer et al. 1992 ; Gribben et al. 2002 et Mistri, 2004), est pratiquée dans certains pays. Domitilia et al. (2009) ont montré l'importance de l'élevage de *R. decussatus* dans la lagune de Ria Formosa au Portugal, contribuant à raison de 34% de la production aquacole et 80% de la production conchylicole nationale. Par conséquent, l'élevage serait plus avantageux que de compter uniquement sur la collecte naturelle (Solidoro et al. 2003).

L'étude de la croissance à une échelle expérimentale de *R. decussatus* a été illustrée dans diverses régions de la Méditerranée ; en Espagne à Carril en Galice (Jara-Jara et al. 1997) et au delta d'Ebro's (Puigcerver, 1996), en France à l'étang de Prévost (Guelorget et Mayere, 1979), en Turquie dans la lagune de Sufa à Homa (Serdar et al. 2007) et en Italie dans la lagune de Venise (Breber, 1985; Mistri, 2004). Ces travaux ont identifié différents degrés de variabilité de la croissance à différents niveaux spatio-temporels (Urrutia et al. 1999).

En Tunisie, les études du grossissement des juvéniles de *R. decussatus* dans le milieu naturel sont limitées à celles de Matias et al. (2004) et Medhioub et al. (2006) et Dhraief et al. 2009. En Novembre 2009, l'unité pilote à Aakarit (Gabès) a tenté d'effectuer le grossissement en cages de la palourde juvénile collectée du milieu naturel sur une période allant de 29 à 40 mois jusqu'à atteindre 35 – 40 mm de largeur avec une densité entre 100 et 200 individus/m², (Rapport CTA, 2016). Mais les projets d'élevages de palourdes en Tunisie ne sont pas encore prêts à la production à cause des difficultés rencontrés durant la phase de grossissement et parmi ces problèmes nous citons le celui de l'alimentation microalgale donnée aux palourdes.

En effet, l'impact de l'alimentation microalgale sur la croissance et le développement des bivalves est encore mal connu en Tunisie. Plusieurs travaux ont été réalisés sur l'évaluation de la valeur nutritive des microalgues utilisées dans la culture des juvéniles de palourde (Albentosa et al.1996) et Soudant et al. (1996). Selon, Thompson et al. (1993, 1996) et Gouda et al. (2006), la croissance optimale d'une espèce de bivalve bien déterminée est donnée par la valeur nutritive adéquate de l'aliment choisit.

Pour ces raisons, nous nous sommes intéressés dans ce travail à comparer l'effet de chacune des trois espèces de microalgues (*Chaetoceros calcitrans*, *Spirulina sp* et *Isochrysis galbana*) sur la croissance et sur l'accumulation des lipides dans la chair des naissains de la palourde *Ruditapes decussatus* dans le but de savoir quel microalgue permet une meilleure croissance et par conséquent contribuer à mieux maîtriser l'élevage de ce bivalve dans notre pays.

2. Matériel et méthodes

2.1. Mise en culture des microalgues fourrages

Trois souches de microalgues fourrages de classes différentes, ont été cultivées en batch (culture confinée) dans des conditions stables afin de produire une biomasse suffisante pour l'alimentation de trois lots de naissains palourdes.

Nous avons utilisé le milieu de culture Conway (Walne, 1966) pour nos microalgues dont la composition est nécessaire pour l'enrichissement de l'eau de mer naturelle en sels minéraux, nitrates, phosphate et vitamines.

2.2. Conditions de culture

Les cultures microalgales ont été éclairées de façon permanente par une des tubes fluorescents de 40 à 60 Watt et ont été placées à une température qui varie entre 18 et 20 °C, une salinité de 34 ppm et soumises à une agitation manuelle une fois par jour pour assurer l'aération des souches.

Après l'introduction du milieu de culture dans les erlenmeyers, ces derniers sont fermés. Le milieu de culture ainsi que le matériel utilisé ont été stérilisés par autoclavage durant 20 minute à 120 °C. Les cultures ont été repiquées toutes les semaines, vu que le milieu s'appauvrit en éléments nutritifs lors de la croissance des microalgues. Les prélèvements ainsi que les repiquages ont été réalisés en milieu stérile.

2.3. Conditionnement des naissains de *Ruditapes decussatus*

Les naissains de la palourde *R. decussatus* ont été collectés de la lagune de Bizerte (largeur < à 15 mm) et ils ont été réparti en trois groupes. Chaque groupe contenant environ 60 naissains ont été conditionnés dans trois bacs de 6 litres chacun qui ont reçu une aération continue (alimentation en oxygène) dans des conditions stables de température (18 – 20 °C) et de salinité (34 ppm) et enrichis quotidiennement par l'une des microalgues cultivées (*Isochrysis galbanas*, *Chaetoceros calcitrans* ou *spiruline*) pendant quatre semaines. Tous les bacs ont reçu un volume égal de microalgues.

Le tableau (1) présente les différentes mensurations métriques et pondérales des naissains de *R. decussatus* au démarrage du conditionnement (t_0) dans chaque bac :

Tableau 1. différentes mensurations métriques et pondérales des naissains de *R. decussatus* à (t_0) dans chaque bac de conditionnement.

	<i>C. calcitrans</i>	<i>spiruline</i>	<i>I. galbana</i>
Poids total (g)	0,4 ± 0,14	0,73 ± 0,21	0,72 ± 0,23
Largeur (cm)	1,2 ± 0,15	1,46 ± 0,29	1,45 ± 0,3
Longueur (cm)	0,9 ± 0,1	1,09 ± 0,1	1,09 ± 0,12
Epaisseur (cm)	0,52 ± 0,07	0,66 ± 0,12	0,65 ± 0,12

2.4. Etude biologique des naissains de *Ruditapes decussatus*

2.4.1. Analyse des lipidiques dans la chair de *R. decussatus* et dans les microalgues

L'extraction des lipides totaux a été faite selon la méthode Folch et al. (1957), modifiée par Bligh et Dyer (1959) chaque semaine sur trois individus de *R. decussatus* de chaque bac.

La détermination de la masse des lipides totaux contenus dans chaque échantillon a été obtenue en pesant le ballon avant et après évaporation du solvant d'extraction.

Pour les microalgues, après l'extraction des lipides totaux, nous avons déterminé le profil en acide gras suite à l'obtention des esters méthyliques d'acides gras selon le protocole de Metcalfe et al. (1966). Ces esters méthyliques ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse à l'aide d'un chromatographe *agilent* équipé d'une colonne capillaire HP Innowax de 30 m X 0.25 mm de diamètre interne et dont l'épaisseur du filon est de 0.25 µm. La colonne a été maintenue à une température isotherme de 210°C durant toute la durée des analyses. Les esters méthyliques des acides gras dissous dans le chloroforme ont été injectés dans un injecteur de type split-splitless (division 1/100) porté à une température de 230°C. Ils ont été détectés par un détecteur à ionisation de flamme (FID) porté à une température de 250°C. Le débit du gaz vecteur (azote) dans la colonne est de 1 ml/mn.

Chaque acide gras a été identifié grâce à un mélange témoin (PUFA – marine source, SUPELCO) d'acide gras injecté dans les mêmes conditions. Les quantités en acides gras dans nos échantillons ont été calculées à partir de la surface du pic de l'étalon interne (C_{17:0}) ajouté en quantité connue au mélange d'acides gras à analyser.

2.4.2. Etude de la croissance des naissains de *R. decussatus*

Dans le but d'établir les relations allométriques liant les paramètres métriques et pondéraux, nous avons utilisé une trentaine d'individus prélevés chaque semaine de chaque bac de conditionnement. Les mesurations ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse de précision de 0,001cm et les pesées au moyen d'une balance électronique de précision 0,001g.

Sur chaque individu les paramètres suivants ont été déterminés :

La largeur (L) : C'est la plus grande dimension entre le bord dorsal et le bord ventral.

La longueur (l) : C'est la plus grande dimension séparant le bord antérieur du bord postérieur.

L'épaisseur (E) : C'est la plus grande dimension donnée par la convexité de deux valves réunis.

Le poids total (P) : C'est le poids de l'individu entier vivant.

Les relations allométriques globales liant les paramètres métriques et pondéraux des individus obéissent à la loi : $Y = a X^b$

Cette équation est une fonction curviligne, pour la rendre linéaire, nous l'avons transformé en relation logarithmique : $\text{Log } Y = \text{Log } b + a \text{ Log } X$

Avec :

a : constante représentant l'indice à l'origine ou coefficient de croissance. C'est la valeur de Y lorsque X=1.

b : coefficient d'allométrie ou coefficient de croissance relative. Il représente la pente dans la forme linéarisée de l'équation.

Y : dimension ou le poids d'une partie ou de la totalité du corps.

X : c'est la variable indépendante représentant le paramètre de référence.

2.3. Analyses statistiques des données

Les résultats ont été analysés statistiquement par la méthode de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistica (10.0). La comparaison des moyennes a été effectuée par le test HSD « honest significant difference » de Tukey qui a permis de tester l'effet des semaines sur l'élévation ou la diminution des valeurs. Cette méthode d'analyse consiste à chercher les moyennes qui diffèrent significativement les unes des autres. Les différences sont significatives lorsque $p < 0.05$.

Les rapports de croissance allométriques entre d'une part le poids total et d'autre part la longueur, l'épaisseur et la largeur ont été estimés en utilisant la régression linéaire. La qualité de l'ajustement a été décrite en utilisant le coefficient de corrélation (r), (Sokal et Rohlf, 1969) et le test (t) a été utilisé pour la comparaison des pentes des régressions linéaires

3. Résultats et Discussion

3.1. Composition des trois microalgues *I. galbana*, *C. calcitrans* et *spiruline sp* en acides gras :

La composition des trois microalgues utilisées comme aliment pour nourrir les naissains de *R. decussatus* est détaillée dans le tableau (2). En effet, chez *C. calcitrans*, les acides gras qui dominent sont : (15 :0), (16 :0), (16 :1 (n-9)) et 22 :6 (n-3). Chez *Spiruline sp* les acides gras majoritaires sont : (14 :0), (16 :0), (16 :1 (n-9)) et (18 :1 (n-7)) et chez *I. galbana* (14 :0), (16 :0) et (18 :1 (n-9)) ont les plus hauts pourcentages en comparaison avec le reste des acides gras.

Tableau 2. Pourcentages des acides gras (% d'acides gras totaux) chez les trois espèces de microalgues utilisés

	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Choetoceros calcitrans</i>	<i>Spiruline</i>
14:0	31,42	7,23	9,38
15:0	5,05	25,5	6,37
16:0	22,07	10,08	25,86
16:1(n-9)	1,39	11,0	9,18
16:1(n-7)	-	3,45	2,59
18:0	-	7,14	0,5
18:1(n-9)	27,27	8,94	10,91
18:1(n-7)	4,15	2,43	14,76
18:3(n-3)	0	1,09	8,82
20:0	1,75	1,2	1,94
20:4(n-6)	4,9	3,19	1,21
20:5(n-3)	-	1,55	-
22:6(n-3)	-	10,76	-

3.2. Accumulation lipidique dans la chair de *R. decussatus* durant le conditionnement microalgale

Les résultats trouvés montrent que *I. galbana* assure l'accumulation lipidique la plus importante dans la chair des naissains de *R. decussatus* (46,1 % MS) suivi de *C. calcitrans* (36,4 %) et *Spirulina* sp (27 %). Nous déduisons ainsi que la qualité en acides gras des microalgues utilisées pour nourrir les naissains de *R. decussatus*, a une influence nette sur l'accumulation lipidique dans la chair de ce bivalve, (Figure 1).

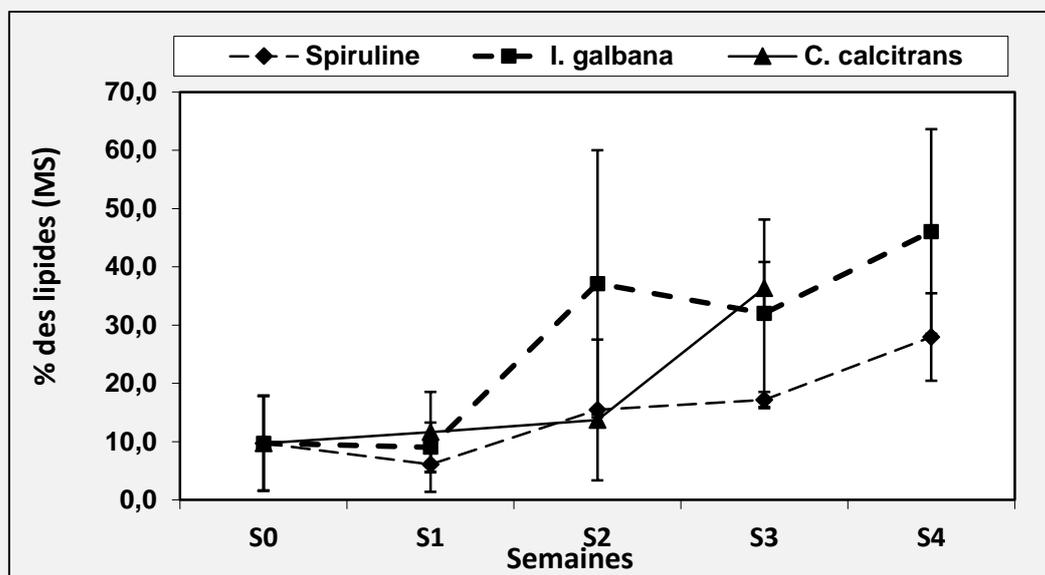


Figure 1. Pourcentage des lipides totaux dans la matière sèche de *R. decussatus* durant les quatre semaines de conditionnement.

Tableau 3. Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs pour tester l'effet des semaines sur les valeurs moyennes de l'accumulation lipidique dans la chair sèche de *R. decussatus* durant les quatre semaines de conditionnement. (** = valeur significative à $p < 0,05$).

	F	P
Lipides de <i>R. decussatus</i> nourris avec Spiruline	3,78**	0,03**
Lipides de <i>R. decussatus</i> nourris avec <i>I. galbana</i>	5,88**	0,006**
Lipides de <i>R. decussatus</i> nourris avec <i>C. calcitrans</i>	12,11**	0,001**

3.3. Croissance absolue de *R. decussatus* durant le conditionnement microalgale

L'étude de l'évolution de la croissance au cours de l'élevage, a été effectuée par la mesure de poids total, longueur, largeur, et épaisseur des coquilles des différents individus. Les résultats obtenus sont représenté dans les figures (2), (3), (4) et (5).

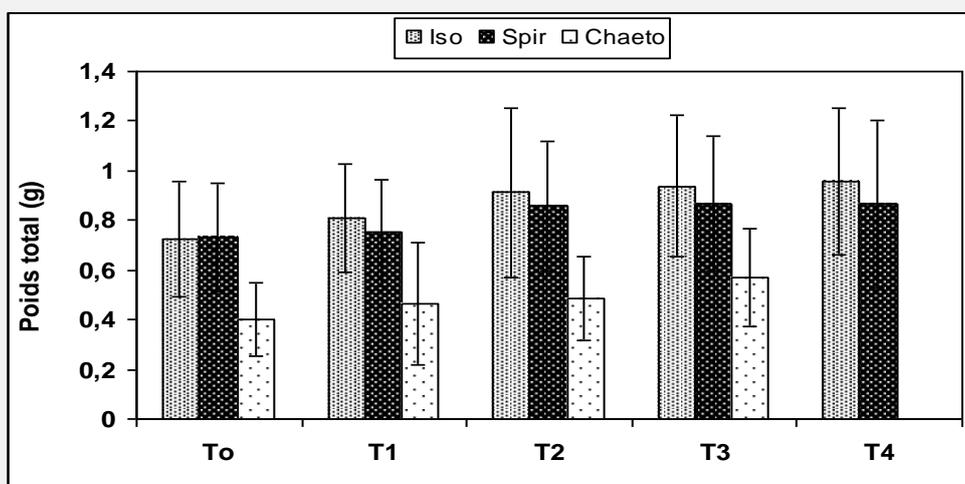


Figure 2. Evolution du poids total de *R. decussatus* nourrit avec 3 espèces de microalgues de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement).

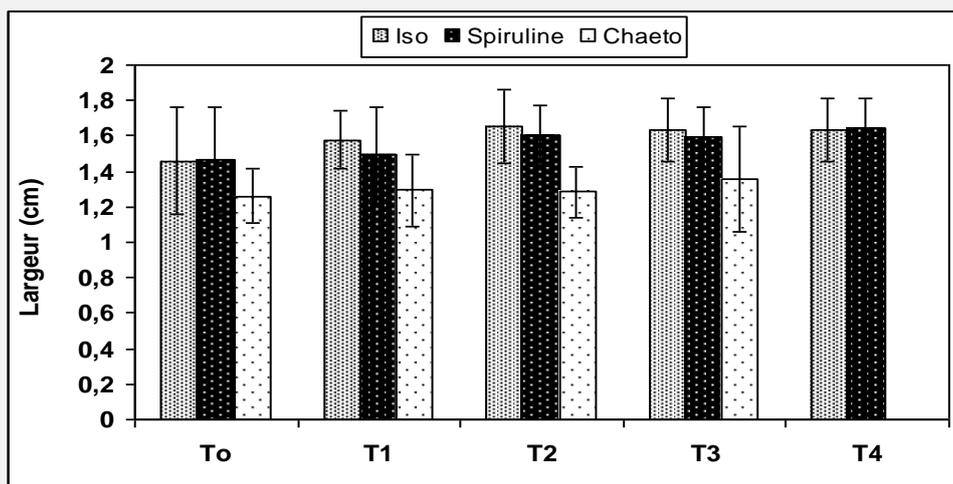


Figure 3 : Evolution de la largeur de *R. decussatus* nourrit avec 3 espèces de microalgues de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement).

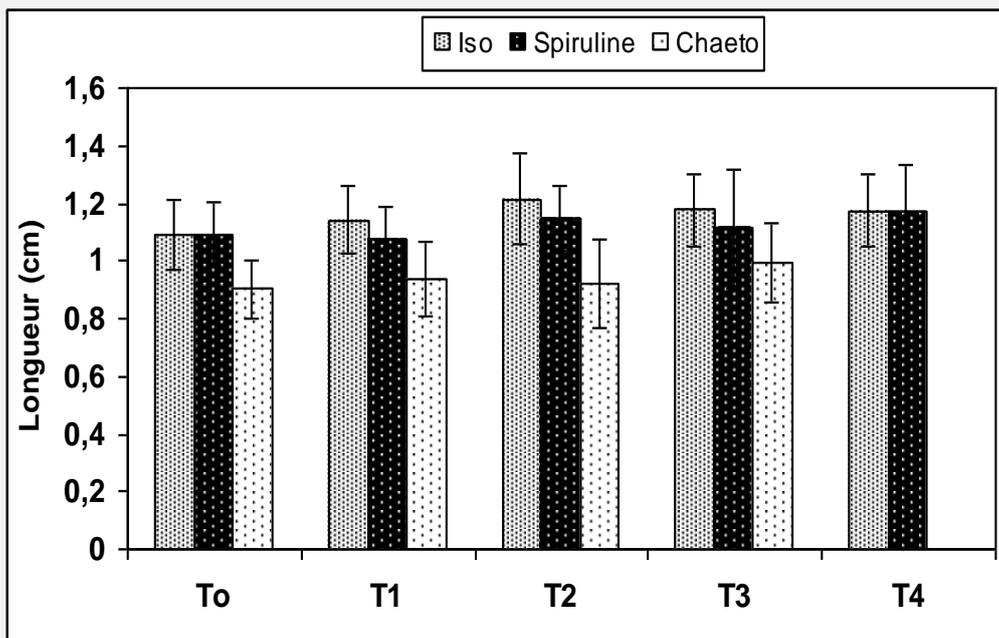


Figure 4. Evolution de la longueur de *R. decussatus* nourrit avec 3 espèces de microalgues de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement).

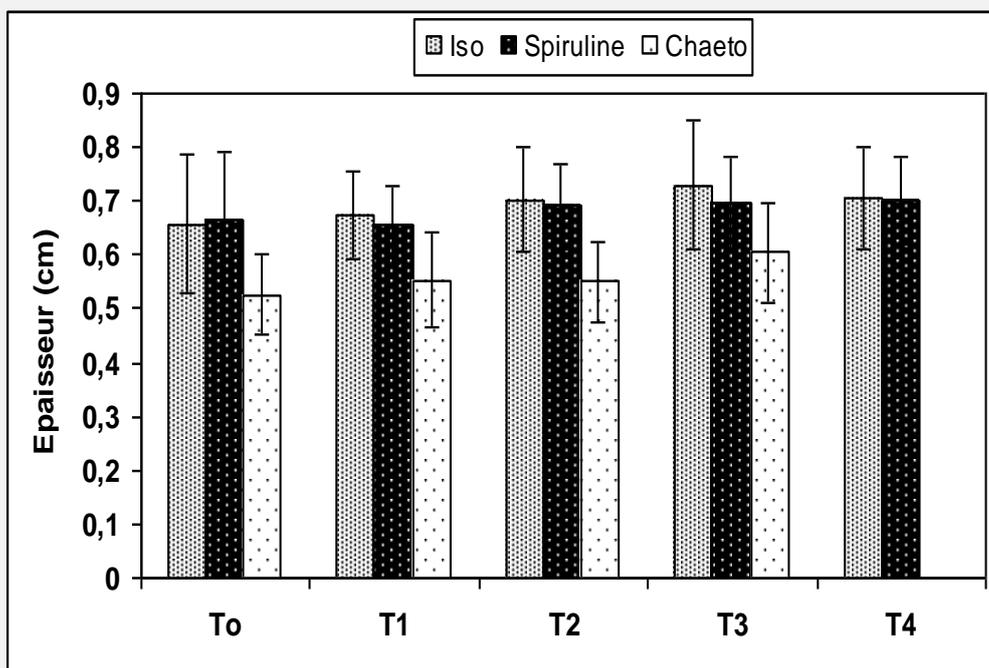


Figure 5. Evolution de l'épaisseur de *R. decussatus* nourrit avec 3 espèces de microalgues de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement).

L'évolution du poids total de *R. decussatus* nourrit par les trois espèces microalgales, montre une augmentation nette durant les quatre semaines de conditionnement particulièrement chez les individus nourris par la microalgue *I. galbana*.

De même pour le suivi des mesures métriques : largeur, longueur et épaisseur des trois lots de naissains de palourdes durant le conditionnement qui nous a permis de distinguer que les individus nourris avec *I. galbana* ont montrés les valeurs les plus importantes en largeur, longueur et épaisseur.

Cette constatation a été confirmée par le calcul du gain en poids total (g) et en mesures métriques (cm) de la coquille de *R. decussatus* de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement) en fonction des régimes microalgaux comme le montre le tableau (4).

Tableau 4. Gains en poids (g) et en mesures métriques (cm) de la coquille de *R. decussatus* de T0 (début du conditionnement) à T4 (fin du conditionnement) en fonction des régimes microalgaux.

	<i>C. calcitrans</i>		Spiruline		<i>I. galbana</i>	
	Moyenne	ET	Moyenne	ET	Moyenne	ET
Poids total (g)	0,17	± 0,25	0,13	± 0,3	0,23	± 0,35
Longueur (cm)	0,09	± 0,17	0,07	± 0,15	0,08	± 0,16
Largeur (cm)	0,1	± 0,33	0,17	± 0,3	0,17	± 0,3
Epaisseur (cm)	0,08	± 0,12	0,04	± 0,15	0,05	± 0,17

Les naissains de *R. decussatus* enrichis par la microalgue *I. galbana* ont montré la meilleure croissance absolue qui est déterminée par la différence entre la longueur et le poids total à T = 0 et T = 4 semaines pour les plus importants paramètres mesurés (Poids total et largeur). Nous signalons que la palourde croit essentiellement en largeur qui représente la plus grande dimension morphologique chez ce bivalve.

3.4. Croissance relative des trois lots de *R. decussatus* durant le conditionnement microalgale :

L'étude des relations allométriques, a été effectuée pour le poids total et la largeur (choisit comme taille de référence) mesurée sur les coquilles de *R. decussatus*. La relation linéaire entre ces deux paramètres ont permis de calculer les coefficients de corrélation R^2 qui ont varié de 0.72 à 0.93 selon l'espèce de microalgue donnée aux individus de *R. decussatus*. (Figures 6, 7 et 8).

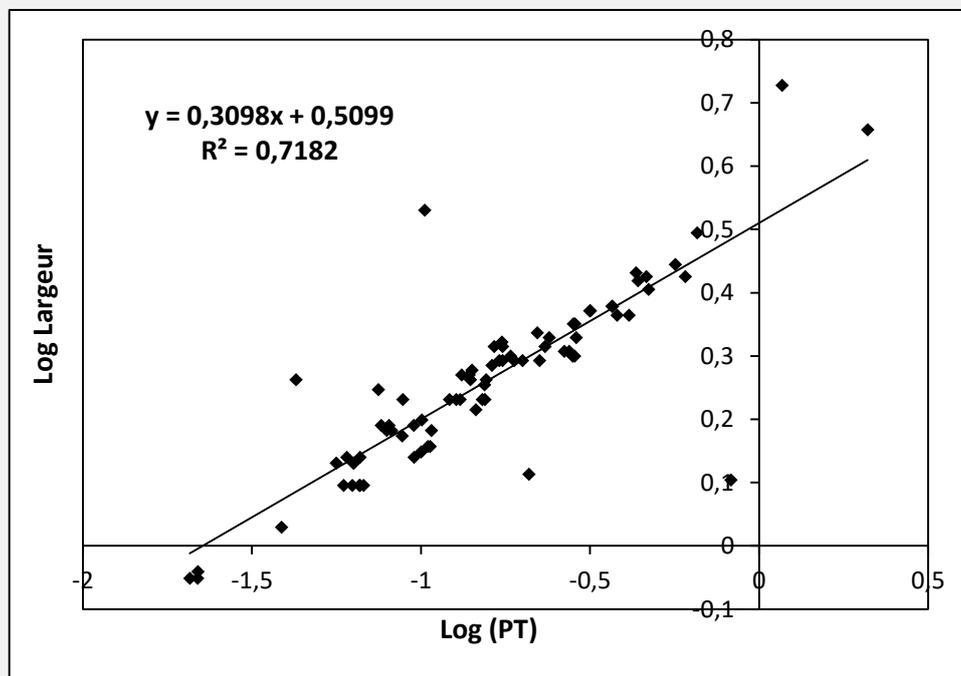


Figure 6. Relation allométrique liant le poids total et la longueur de *R. decussatus* nourrit avec *Chaetoceros calcitrans*.

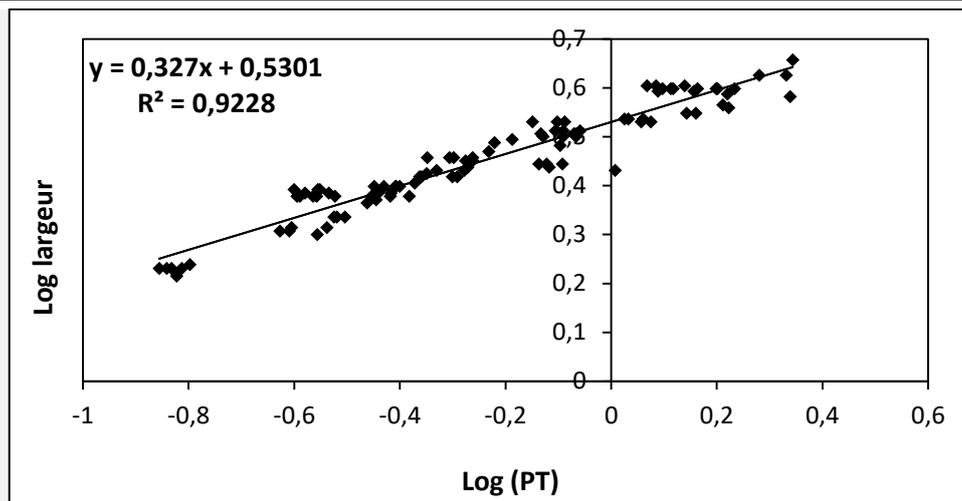


Figure 7. Relation allométrique liant le poids total et la largeur de *R. decussatus* nourrit avec *Spirulina sp.*

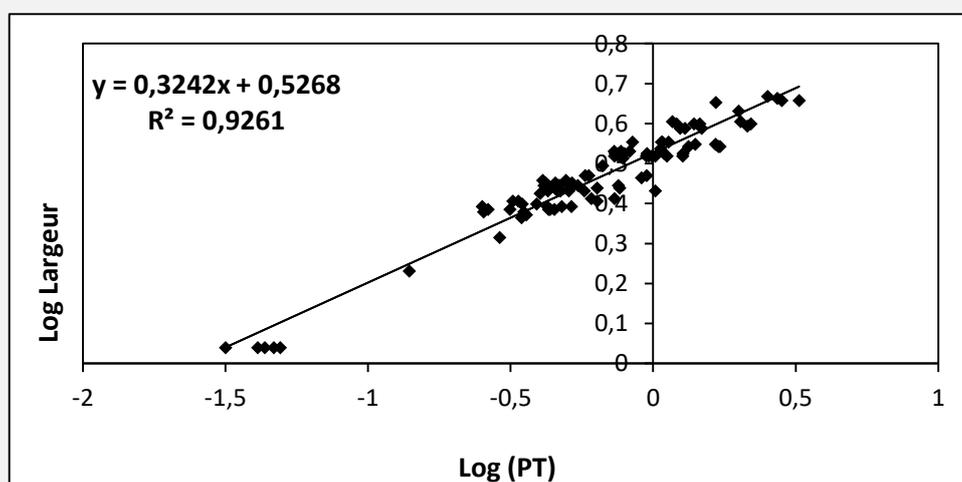


Figure 8. Relation allométrique liant le poids total et la longueur de *R. decussatus* nourrit avec *Isochrysis galbana*.

Le tableau (5) résume les trois équations de régressions liant le poids total et la largeur correspondants aux trois lots de naissains de *R. decussatus* nourris chacun avec une espèce de microalgue.

Tableau 5 : Les trois équations de régressions liant le poids total et la largeur correspondants aux trois lots de naissains de *R. decussatus* nourris chacun avec une espèce de microalgue ; ** = test (t) significatif.

Microalgue	Équations	Indice de corrélation: R ²	Test (t)
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	Log Pt = 0,3098 x Log L + 0,5099	0,72	**
<i>Spirulina sp</i>	Log Pt = 0,327 x Log L + 0,5301	0,92	**
<i>Isochrysis galbana</i>	Log Pt = 0,3242 x Log L + 0,5268	0,93	**

La relation allométrique liant le poids total et la largeur des individus nourrit avec *C. calcitrans* a permis de donner un coefficient de corrélation R² = 0,72. Cette valeur relativement faible montre que les deux variables utilisées sont faiblement liées entre elles. La valeur du coefficient R² = 0,92 montre que pour *R. decussatus* enrichit avec la spiruline les deux variables calculées à savoir poids total et largeur sont intimement liées entre elles. Le coefficient de corrélation R² = 0,93 calculé pour les naissains de

palourdes nourris avec *I. galbanas* est également élevé témoignant ainsi d'une relation étroite entre le poids total et la largeur des individus de *R. decussatus* en élevage. Il ressort de ces résultats se rapportant à l'étude de la croissance absolue et relative des naissains de *R. decussatus* que la microalgue *I. galbana* assure le meilleur rendement en termes de croissance métrique et pondérale (déterminée par la différence entre les différentes mensurations à T = 0 et T = 4 semaines) et croissance relative, déterminée par le coefficient de corrélation R², suivi de *Spirulina sp* et *C. calcitrans*. En effet, le profil d'acides gras pour *I. galbana* a montré les pourcentages les plus élevées de la somme totale des acides gras (14:0 = 31,42 %), (16:0 = 22,07 %) et (18:1(n-9) = 27,27 %). Ces pourcentages expliquent les résultats trouvés concernant la croissance absolue et relative puisque selon (Freites et al. 2002) les deux acides gras : palmitique (16:0) et myristique (14:0), ont des fonctions de type énergétique, dédiés dans le présent cas à la croissance des naissains de *R. decussatus*. Selon Thompson et al. (1996), l'élévation du pourcentage de 16:0 dans l'aliment est associée à la rapidité de croissance des larves d'huîtres contrairement à l'acide gras 20:5 (n-3) dont la proportion est corrélée négativement à la vitesse de croissance. Nous appuyions cette hypothèse puisque chez *I. galbana* nous avons trouvé des pourcentages nuls de 20:5 (n-3) et 22:6 (n-3) et par conséquent une croissance plus rapide chez le lot de naissains de palourdes nourris avec cette microalgue. Thompson et al. (1996), a montré aussi que la proportion de l'acide gras 16:0 dans l'aliment est positivement corrélée aux taux de survie des larves d'huîtres. Dans ce travail, les naissains nourris avec la microalgue *C. calcitrans* n'ont pas atteint la 4^{ème} semaine (mortalité 100 %) sachant que *C. calcitrans* a montré le plus faible pourcentage de l'acide gras 16:0 (10 % des acides gras totaux). Nous déduisons que la qualité en acides gras des microalgues utilisées comme aliment pour les naissains de *R. decussatus*, a une influence nette sur l'accumulation lipidique et la croissance relative et absolue de ce bivalve. De même, l'évolution des différents paramètres métriques et pondéraux et la concentration lipidique chez les naissains de *R. decussatus* diffère selon l'espèce de microalgue ingérée.

4. Conclusion

Pour conclure, certaines microalgues sont bénéfiques aux stades larvaires et juvéniles (riches en acides gras saturés) ils ont un rôle énergétiques et d'autres sont bénéfiques pour le conditionnement des géniteurs riches en acides gras 20 :5 (n-3) et 22 :6 (n-3) physiologiquement essentielles pour réussir le processus gamétogénique et la maturation gonadique et assurer une bonne qualité d'œufs pour garantir par la suite le succès du bon déroulement de l'embryogénèse (Soudant et al. 1996). Ce travail parmi d'autres contribue à donner des résultats pouvant servir aux conchyliculteurs pour réussir l'élevage larvaire et le grossissement des juvéniles.

5. Références

- Albentosa M, Perez-Camacho A, Labarta U, Fernandez-Reiriz M J, (1996)** Evaluation of live microalgal diets for the seed culture of *Ruditapes decussatus* using physiological and biochemical parameters. *Aquaculture* 148, 11–23.
- Bligh E G, Dyer W J, (1959)** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911- 917.
- Breber P (1985)** On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.)): Two years' experience in Venice lagoon. *Aquaculture* 44, 51-56.
- Dhraief M N, Hitonori N, Zouari M, Guerguej H, Lymayem Y, M'rabet R, Missaoui H, Kraiem M M (2009)** Grossissement des juvéniles de palourde *Ruditapes decussatus* (L., 1758) sur l'estran de Zarat (golfe de Gabès, Tunisie), dans des conditions expérimentales. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer Salammbô*, 36, 93-106.
- Domitilia M, Joaquim S, Leitão A, Massapina C, (2009)** Effect of geographic origin, temperature and timing of broodstock collection on conditioning, spawning success and larval viability of *Ruditapes decussates* (Linné, 1758). *Aquaculture Int.* 17, 257-271.
- FAO (2017)** <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/fr> (Novembre, 2017).
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G G, (1957)** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226 - 497.
- Freites L, Fernandez-Reiriz M J, Labarta U, (2002)** Fatty acid profiles of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) mussel of subtidal and rocky shore origin. *Comp. Biochem. Physiol.* (132 B): 453–461.

- Gouda R, Kenchington E, Hatcher B, Vercaemer B, (2006)** Effects of locally isolated micro – phytoplankton diets on growth and survival of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) larvae. *Aquaculture*. 259, 169 – 180.
- Guelorget O, Mayere C (1979)** Croissance, biomasse et production annuelle de *Venerupis decussata* (palourde) dans une lagune méditerranéenne, l'étang du Prévost (Hérault). *Rev. Biol. Ecol. Médit.* 6, 227-236.
- Jara-Jara R, Pazos A J, Abad M, García-Martín L O, Sánchez J L (1997)** Growth of clam seed (*Ruditapes decussatus*) reared in the wastewater effluent from a fish farm in Galicia (N.W. Spain). *Aquaculture* 158, 247-262.
- Matias D, Joaquim S, Massapina C, Gaspar M, Medhioub M N, Limayem Y, (2004)** Growth performance of carpet-shell clam *Ruditapes decussatus* in Tunisia (oued Maltine) and in Portugal (Ria Formosa): a comparative study. *World Congress of Aquaculture 2004*, 1-5 March 2004. 1p
- Medhioub MN, (1983)** La conchyliculture en Tunisie. Projet Tunis/92/002. Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture. *PNUD/FAO*. 83pp.
- Medhioub M N, Lymayem Y, Fathallah S, Abed M M, Medhioub A (2006)** Cycle d'élevage de la palourde *Ruditapes decussatus* (Mollusque, Lamellibranche) produite en éclosérie). *Actes des 13ème journées scientifiques sur les résultats de la recherche agricole. Hammamet, 14 et 15 décembre 2006*. 1007-1017.
- Metcalfe L D, Schmitz A A, (1966)** The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatography analysis. *Analytical Chemistry* 33, 363-364.
- Mistri M (2004)** Effect of *Musculista senhousia* mats on clam mortality and growth: much ado about nothing ?. *Aquaculture* 241, 207-218.
- Nouaili R (2013)** Etude de la faisabilité de certification MSC de la pêche de la palourde en Tunisie. Thèse, Université d'alicante, Espagne. 155p.
- Parache A, (1982)** La palourde. *La pêche Maritime* 1254, 496-507.
- Puigcerver M (1996)** Analysis on individual growth of juvenile carpet shell clams, *Tapes decussatus* (L.), in three different rearing conditions employed in the Ebro's Delta, Spain. *Aquacul. Res.* 27, 399-404.
- Rapport CTA, (2016)** Rapport du Centre technique d'Aquaculture (CTA), Juin 2016, 14 p.
- Serdar S, Lök A, Köse A, Yildiz H, Acarli S, Gouletquer P (2007)** Growth and survival rates of carpet shell clam (*Tapes decussates* Linnaeus, 1758) using various culture methods in Sufa (Homa) Lagoon, Izmir, Turkey. *Aquacul. Eng.* 37, 89-99.
- Solidoro C, Melaku Canu D, Rossi R (2003)** Ecological and economical considerations on the fishing and rearing of *Tapes philippinarum* in the lagoon of Venice. *Ecol. Model.* 170, 303- 318.
- Sokal R, Rohlf J, (1969)** Biometry. FREEMAN WH and Company, San Francisco, CA, USA.
- Soudant P, Moal Y, Marty J, Samain J F, (1996)** Impact of the quality of dietary fatty acids on metabolism and the composition of polar lipid classes in female gonads of *Pecten maximus* (L.), *J. Exp. Mar. Biol. And Ecol.* 205, 149 – 163.
- Spencer B E, Edwards D B, Millican P F (1992)** Protecting Manila clam (*Tapes philippinarum*) beds with plastic netting. *Aquaculture* 105, 251-268.
- Thompson P A, Guo M-X, Harisson J P, (1993)** The influence of irradiance on the biochemical composition of three species of phytoplankton and their nutritional value for larvae of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Mar. Biol.*, 117, 259 – 268.
- Thompson P A, Guo M-X, Harisson J P, (1996)** Nutritional value of diets that vary in fatty acid composition for larval Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture* 143, 379 – 391.
- Urrutia M B, Ibrarro I, Iglesias J I P, Navarro E (1999)** Energetics of growth and reproduction in high-tidal population of the clam *Ruditapes decussatus* from Urdaibai Estuary (Basque Country, N. Spain). *J. Sea. Res.* 42, 35-48.
- Walne P R, (1966)** Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. *Fish Invest. Minist. Agric. Fish Food (GB) Ser. II Salmon Freshwater Fish* 25, 4.