

GROSSISSEMENT DES JUVENILES DE PALOURDES *RUDITAPES DECUSSATUS* (L., 1758), SUR L'ESTRAN DE ZARAT (GOLFE DE GABES, TUNISIE), DANS DES CONDITIONS EXPERIMENTALES.

Mohamed Naceur DHRAIEF^{*1}, N. HITONORI², M. ZOUARI³, H. GUERGEJ¹, Y. LYMAYEM¹, R. M'RABET¹, H. MISSAOUI³, et M.M. KRAÏEM¹.

¹ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM) – 2025 Salammbô, Tunisie.

² Overseas Agro-Fisheries Consultants (OAFIC), JICA – Japan

³ Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture (DGPA) - 1002 Tunis Belvédère, Tunisie

*Naceur.dhraief@instm.nrnt.tn

ملخص

تسمين القفالة *Ruditapes decussatus* (L., 1758) بمنطقة الزارات (خليج قابس) في ظروف التربية. وقع تقييم إمكانية تربية القفالة *Ruditapes decussatus* (L., 1758) في أكياس ذات مساحة 1م² بمنطقة المد والجزر بالزارات (خليج قابس) بداية من جويلية 2006 إلى نوفمبر 2007. في دراسة أولى، وعلى مدى 16 شهر، تمت مقارنة 3 مستويات متمثلة في سواقي صرف المياه المتواجدة بين خطي المد الأعلى والأسفل. تم وضع 3 أكياس في كل موقع، يعد كل واحد منها 150 صدف. وفي تجربة ثانية، وبالتوازي مع الأولى، وقعت في الساقية المتواجدة تحت خط المد الأعلى مقارنة ثلاثة كثافات مختلفة على مدى 17 شهر. وذلك بإضافة كيسين يحتوي كل واحد منهما على 100 صدف واثنتين آخرين على 200 لكل كيس. انطلاقاً من مجموعة متماثلة حيث معدل طول الصدف 28,4 ± 0,1 مم ومعدل وزن 4,7 ± 0,01 غ تحصلنا بعد النمو على أقصى معدل طول 36,85 ± 0,5 مم و أقصى معدل وزن 10,57 ± 0,5 غ على التوالي بالكثافات 100 صدف / م² و 200 صدف / م². لكن لم نسجل تفاوتاً ملحوظاً في معدلات الطول والوزن بين المستويات وكذلك بين الكثافات. من ناحية أخرى كان النمو واضحاً خلال السنة الأولى من التجربة حيث سجلنا أعلى نسب في الربيع. وتميزت نهاية هذه المرحلة ببلوغ طول الصدف للحجم المحدد للاستغلال (35 مم). بينما سجلنا بعد ذلك فترة توقف النمو إلى نهاية التجارب. هكذا بينت نتائج هذه الدراسة إمكانية تربية القفالة *Ruditapes decussatus* في مجاري صرف المياه بمنطقة المد والجزر بالزارات. وبالتالي تعتبر السواقي الغير المعنبة بالصيد، لضعف الكثافة فيها، مواقع هامة للتربية في كثافة 200 صدف / م². كذلك يمكن تسمين كمية القفالة المسترجعة من عملية فرز المحصول والتي لم يصل حجمها الطول المحدد للاستغلال.

كلمات مفاتيح: القفالة، التسمين، الزارات، خليج قابس.

RESUME

Le potentiel de grossissement de la palourde *Ruditapes decussatus* (L. 1758), élevée dans des poches de filet de 1 m² de surface, a été évalué sur l'estran de Zarat (golfe de Gabès) pour la période de juillet 2006 à novembre 2007. Dans une première expérience, trois niveaux de la marée, représentant des chenaux de drainage de l'eau, existants entre la ligne de marée haute et celle de marée basse, ont été comparés sur une durée de 16 mois. Chacun des niveaux a été représenté par un triplicata de sacs de 150 individus. Dans une seconde expérience, trois densités de mise en charge différentes ont été comparées sur une durée de 17 mois. Pour cela, deux sacs de 100 individus chacun et deux autres de 200 individus chacun ont été alignés à l'expérience précédente, dans le niveau adjacent de la ligne de marée haute.

A partir d'une population naturelle de juvéniles, initialement calibrée et caractérisée par une longueur antéro-postérieure moyenne de 28,4 ± 0,1 mm et de poids moyen frais de 4,71 ± 0,01g, les meilleures croissances en longueur de 36,85 ± 0,5 mm et en poids de 10,57 ± 0,5 g ont été enregistrées respectivement pour les densités 100 et 200 individus / m². Toutefois, aucune différence significative de croissance (P > 0,05) n'a été détectée aussi bien pour les différents niveaux de la marée que pour les différentes densités testées.

Par ailleurs, une bonne croissance a été enregistrée durant la première année de l'élevage durant laquelle des taux de croissance maximums ont été observés au printemps. La fin de cette phase est marquée par l'atteinte de la taille réglementaire d'exploitation de la palourde (35 mm). Au-delà de cette période, une phase d'arrêt de croissance a été observée jusqu'à la fin des expériences.

Les résultats de cette étude ont montré la possibilité d'élever la palourde *Ruditapes decussatus* dans les chenaux de drainage de l'eau sur l'estran de Zarat. Les endroits où la pratique de la collecte est inhabituelle, en raison de la faible densité naturelle, offrent un potentiel d'élevage important et ceci avec une mise en charge d'élevage de 200 individus / m². Ainsi la quantité récupérée après l'opération du tri de la pêche et dont la taille est inférieure au seuil autorisé pour l'exploitation peut être valorisée à ces endroits.

Mots clés : Palourde, *Ruditapes decussatus*, Grossissement, Zarat, golfe de Gabès.

ABSTRACT

Ongrowing of the carpet shell clam (*Ruditapes decussatus* L., 1758) on the Zarat Estuary (Gulf of Gabès, Tunisia) under experimental culture conditions: The growth potential of clam *Ruditapes decussatus* (L. 1758), grown in 1 m² mesh bags on the Zarat Estuary (Gulf of Gabès) was assessed from July 2006 to November

2007 In the first experience, three intertidal levels were compared during 16 months. Each level was represented by a triplicate of bags containing 150 individuals. In a second experience, three different densities were compared during 17 months. Hence, two bags of 100 individuals each and two other ones of 200 individuals each were aligned to the first experience on the level in the adjacent line of high tide.

From an initial calibrated clam population characterized by a $28,4 \pm 0,1$ mm shell length and $4,71 \pm 0,01$ g total wet weight, the best growth in length of $36,85 \pm 0,5$ mm and wet weight of $10,57 \pm 0,5$ g were recorded for the densities of 100 and 200 individuals / m², respectively. However, no significant ($P > 0,05$) effect of the different intertidal levels as well as of different tested densities on growth was detected at the end of the experiments. A significant growth occurred during the first year in all areas during which highest growth rates were observed in spring (April - May). At the end of this phase, clams reached the authorized exploited size (35mm). After this period, a phase of stopping growth was observed until the end of the experiments.

The results of this study showed the possibility of the clam *Ruditapes decussatus* culture in the Zarat estuary. Otherwise, areas not focalized by fishing offer an important potential for culture. Samples reared at different densities suggested that *R. decussatus* could be cultivated at 200 individual / m². Thus the quantity recovered from the sort of fishing and whose size is lower than the authorized exploitation could be improved.

Key words: Clam, *Ruditapes decussatus*, Ongrowing, Zarat, Gulf of Gabès.

INTRODUCTION

La palourde *Ruditapes decussatus* (L. 1758), est un mollusque bivalve, naturellement distribuée 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. L'opération de la collecte de *R. decussatus* y représente un enjeu socio-économique important grâce à la génération d'emplois pour une population rurale principalement féminine.

Jusqu'à présent, l'exploitation commerciale de cette espèce est basée sur la collecte du stock naturel. En effet, d'après les données statistiques de la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture (DGPA, 2008), la production nationale moyenne durant la période 1990-2008 est de 854 tonnes par an avec un maximum de 1742 tonnes enregistré en 1993 et un minimum de 55 tonnes enregistré en 1999. Cependant les six dernières années sont marquées par une stabilisation de la production aux alentours de 600 tonnes / an.

La taille minimale autorisée pour l'exploitation est fixée à 35 mm (longueur antéro-postérieure). Cependant, une partie de la pêche, de taille inférieure à ce seuil, est habituellement récupérée après chaque opération de tri. L'administration, par le biais du groupement de développement de l'exploitation de la palourde, recommande le repiquage de cette quantité dans la même zone de collecte. Actuellement, cette opération se fait d'une façon anarchique et aucune étude n'a été entreprise dans ce contexte.

En matière de conchyliculture, le plan directeur de développement de l'aquaculture en Tunisie (DGPA, 1995) a identifié la palourde *R. decussatus* parmi les espèces candidates dans le golfe de Gabès, comme c'est le cas dans d'autres aires de la Méditerranée (Chessa *et al.*, 2005). En effet, un potentiel d'élevage de 8000 tonnes par an a été évalué par ce plan. Une

telle activité, basée sur l'ensemencement des juvéniles (capturés ou élevés en éclosiers) dans le sédiment et le grossissement jusqu'à la taille commerciale (Spencer *et al.*, 1992; Gribben *et al.*, 2002; Mistri, 2004), est d'ailleurs très courante dans certains pays. Domitilia *et al.* (2009) notent 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 la régulation de la collecte naturelle (Solidoro *et al.*, 2003). Ceci permet une meilleure utilisation d'une production primaire, parfois sous exploitée, par la production naturelle, comme signalée par Chessa *et al.* (2005) dans la lagune de Calich en Italie.

L'étude de la croissance à une échelle expérimentale de *Ruditapes decussatus* est 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* Mayer, 1979), en Turquie dans la lagune de Sufa à Homa (Serdar *et al.*, 2007), 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). Cette variabilité dépend aussi bien du site expérimental que de la technique d'élevage utilisée (technique de terre clôturée, technique de filet et technique en boîte). Chaque système est adopté selon les conditions particulières du milieu telles que la prédation et l'accumulation algales.

En Tunisie, A notre connaissance, 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).

Afin d'évaluer la possibilité d'exploiter les chenaux de drainage de l'eau existants sur l'estran de Zarat (Gabès) pour le grossissement de la palourde, nous

avons utilisé la pratique zootechnique du système de filet, tout en fixant deux objectifs :

(1) déterminer le potentiel de croissance dans trois emplacements correspondants à trois niveaux de la zone intertidale.

(2) déterminer l'effet de trois différentes densités de mise en charge sur les performances de la croissance. Notons que la période étudiée de grossissement est celle nécessaire pour atteindre la taille marchande autorisée, soit 35 mm.

MATERIEL ET METHODES

Le suivi a été mené de juillet 2006 jusqu'à octobre 2007 (16 mois), concernant l'expérience de grossissement sur les trois niveaux de la zone intertidale, et poursuivi jusqu'à novembre 2007 (17 mois) pour le test relatif aux densités de mise en charge.

Site expérimental

Les expériences ont été réalisées dans un site pilote à Zarat (Gabès) d'une superficie de 2 hectares ayant pour coordonnées géographiques 33°41,312' N / 10°22,679' E. Ce site appartient à la zone G3 selon la délimitation géographique de la DGSA (Direction Générale de la Santé Animale). Il est caractérisé par une zone intertidale très large, d'environ 500 m, où des chenaux de drainage de l'eau apparaissent à marée basse (Figure 1).

Afin de comparer trois niveaux de la zone intertidale, ce site est virtuellement subdivisé en trois parties le long d'une radiale (figure 2), N1 (à côté de la ligne de marée basse), N2 (au centre de l'estran) et N3 (côté terre). Dans les parties N1 et N2, le substrat est

constitué de sable. La hauteur de l'eau, à marée haute en période de vives eaux, est respectivement de 0,6 m et de 0,5 m ; tandis qu'elle est de 0 m à marée basse. Dans la partie N3, le substrat est sablo-vaseux et la hauteur de l'eau est de 0,95 m et de 0 m respectivement à marée haute et à marée basse de la période de vives eaux. La différence du temps d'immersion dans N3 en comparaison avec N1 et N2 est respectivement de + 1 h et de + 1 h 10 mn, durant la période de vives eaux.

Notons que la collecte des palourdes est habituellement pratiquée dans N3 où la densité de population moyenne, évaluée le 30 juin 2006 sur 5 répétitions de prélèvements par quadrat de 0,25 m², est relativement élevée (97,7 ± 20,6 individus / m²). Cependant, les autres parties ne sont pas intéressantes pour l'exploitation en raison de leur faible densité (4,6 ± 1,5 individus / m²).

Echantillonnage

Un échantillon, initialement calibré de 1950 juvéniles de palourdes *Ruditapes decussatus*, collecté le 30 juin 2006 au niveau N3, est utilisé dans cette étude. Il a été reparti sur 13 lots dont neuf sont constitués de 150 individus chacun, deux lots de 100 individus et deux lots de 200 individus. La taille moyenne et le poids moyen de chaque lot sont représentés par la moyenne d'un sous-échantillon de 30 individus prélevés au hasard de chaque lot. Ainsi la taille moyenne (longueur antéro-postérieure) et le poids moyen initiaux des lots sont respectivement de 28,4 ± 0,1 mm et de 4,71 ± 0,01 g.

Les individus sont mesurés au moyen d'un pied à coulisse numérique à 0,01 mm près selon l'axe antéro-postérieur et pesés avec une balance de précision à 0,1 g près.

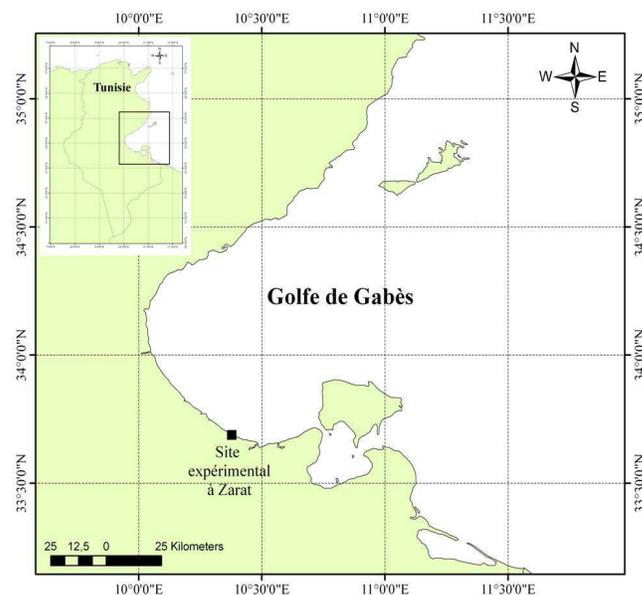


Figure 1: Situation géographique du site expérimental (estran de Zarat, Golfe de Gabès, sud Tunisie).

Protocole expérimental

Les essais de grossissement sont réalisés selon la pratique zootechnique du système de filet (Peyre *et al.*, 1980). Pour cela, des unités de filet de dimensions (2 m × 1 m) sont constituées à partir d'une nappe de 6 mm de maille. Chaque unité est repliée, sur la longueur, en deux parties égales. Deux côtés libres sont attachés par un fil résistant avant l'installation. Sur la surface de 1 m², définie pour l'installation, le sédiment est enlevé à la houe sur une épaisseur de 15 cm. L'unité d'élevage est posée sur le fond et le sédiment est restitué à l'intérieur après un passage à travers les mailles d'un tamis de 5 mm, afin d'éviter le risque de la présence de palourde naturelle. Les individus de palourdes sont dispersés dans l'unité ainsi préparée. Finalement, la partie libre est attachée par des colliers de serre-câble en nylon formant ainsi une poche d'élevage de 1 m² de surface. Le pourtour du filet est rattaché sur le substrat par des piquets

métalliques de 80 cm de longueur à moitié enfoncé dans le fond. La partie supérieure de la poche est recouverte par un léger film de sédiment afin d'éviter le développement des macrophytes (figure3).

La première expérience consiste à évaluer les performances de la croissance de la palourde dans trois différents niveaux de la zone intertidale à Zarat. Pour cela, 9 lots de 150 individus chacun sont semés séparément dans ces trois niveaux N1, N2 et N3 de façon que chaque gradient soit représenté par un triplicata. La deuxième expérience consiste à comparer trois densités d'élevage différentes : 100 individus / m², 150 individus / m² et 200 individus / m². Pour cela, deux unités de 100 individus et deux autres de 200 individus chacune sont alignées à l'expérience précédente dans N3.

L'emplacement des unités de grossissement dans le site pilote est représenté par la figure 2.

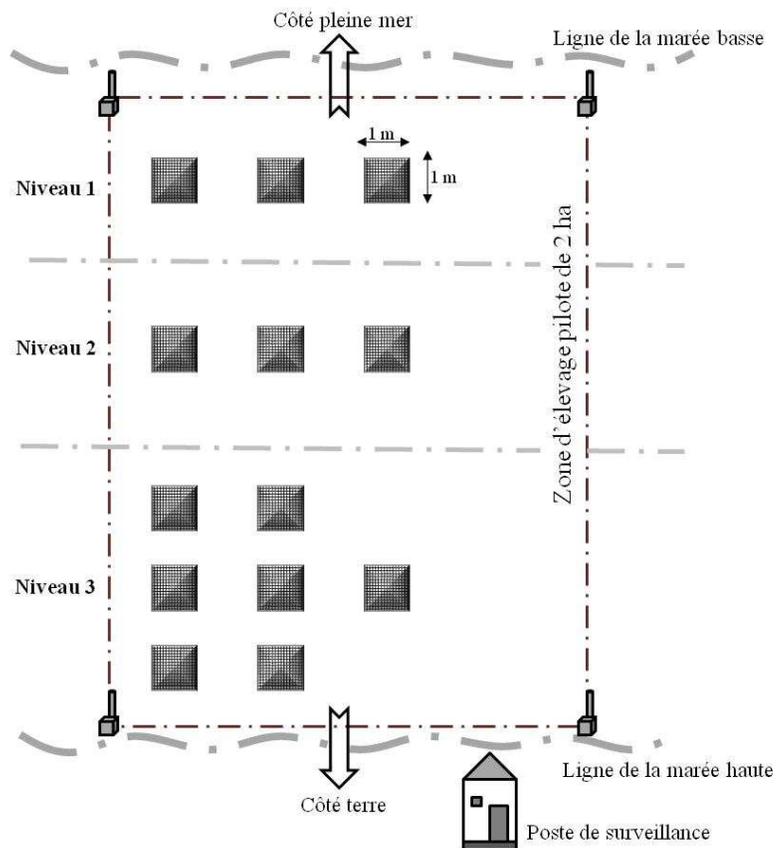


Figure 2 : Disposition des poches expérimentales sur la zone pilote à Zarat.

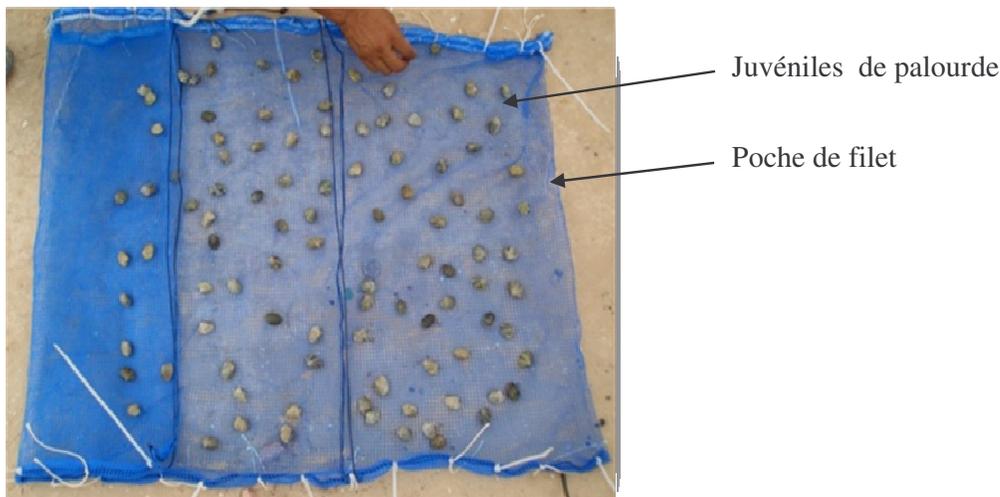


Figure 3 : Poche de filet de grossissement des palourdes.

Suivi des paramètres environnementaux

Un suivi quotidien de la température de l'eau est réalisé grâce à un thermomètre digital ($\pm 0,1^\circ\text{C}$). Quatre mensurations, espacées de 3h, sont enregistrées chaque jour à partir de 9 h. La température journalière durant la période de l'élevage est représentée par la moyenne de ces quatre mensurations.

La salinité et la concentration en oxygène dissous sont aussi mesurées lors des échantillonnages. La salinité est déterminée par un réfractomètre (ATAGO S/Mill-E) et l'oxygène dissous par un oxymètre portable (CENTRAL KAGAKU CORP. model CGS-5).

Analyse des données

Le taux de croissance instantané est déterminé par le coefficient (K), utilisé par Malouf *et* Bricelj (1989).

$$K = (\ln L_2 - \ln L_1) / t_2 - t_1, K = (\ln W_2 - \ln W_1) / t_2 - t_1$$

L_1 et L_2 représentent la longueur antéro-postérieure de la coquille, respectivement au début et à la fin de l'expérience. W_1 et W_2 sont les poids moyens des individus, respectivement au début et à la fin de l'expérience.

La durée de l'expérience (en mois) est exprimée par t , ($t_2 - t_1$).

La survie (%) est estimé par : $100 \times N_t / N_0$.

Le taux de mortalité est évalué par : $Z = 100 \times (N_t - N_0) / N_0$.

N_t : nombre d'individus collectés après le temps t .

N_0 : nombre initial d'individus.

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de variance selon le modèle GLM (General Linear Model) du logiciel STATISTICA 5.1 (ANOVA). La signification des différences révélées par l'ANOVA est évaluée par le test de DUNCAN à 5%.

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm erreur standard à la moyenne (ESM) des répétitions

RESULTATS

La fluctuation journalière des températures moyennes de l'eau sur l'estran de Zarat (figure 4) met en évidence quatre phases distinctes durant la période expérimentale:

- Une phase hivernale (décembre, janvier et février), où les températures moyennes sont inférieures à 15°C avec un minimum de $11,55 \pm 0,26^\circ\text{C}$, enregistré le 8 janvier 2007.

- Une phase estivale, s'étalant de juin à septembre, et marquée par des températures moyennes supérieures à 28°C avec un maximum de $32,80 \pm 1,1^\circ\text{C}$, enregistré le 4 septembre 2007.

- Deux phases intermédiaires où les températures moyennes oscillent entre 15°C et 28°C ; la 1^{ère} automnale s'étale entre octobre et novembre et la seconde printanière de mars à mai.

Les intervalles de variations de la concentration en oxygène dissous et de la salinité, durant la période de l'expérimentation, sont respectivement de 5,61 à 8,27 mg l^{-1} et de 36,5 à 41 psu.

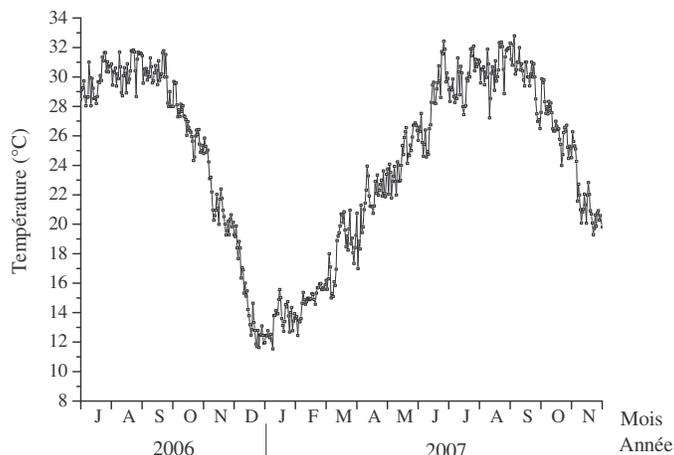


Figure 4. Fluctuation journalière des températures moyennes de l'eau sur l'estran de Zarat entre juillet 2006 et novembre 2007.

L'évolution de la croissance en longueur antéro-postérieure de la coquille, des palourdes élevées dans les trois niveaux de l'estran, illustre une phase initiale de croissance régulière jusqu'à fin mai 2007 suivie d'une période de ralentissement (figure 5A). Une différence significative ($P < 0,05$) est enregistrée entre les valeurs des échantillonnages successifs réalisés durant la première année de l'élevage. Durant cette période, des taux de croissance en taille maximaux sont enregistrés entre avril et mai 2007 (0,026, 0,027 et 0,029 respectivement dans les niveaux N1, N2, et N3). Ensuite, des faibles taux de croissance en longueur sont observés surtout en septembre et octobre 2007.

A la fin de l'expérience, les longueurs antéro-postérieures moyennes sont $36,03 \pm 0,54$ mm, $35,84 \pm 0,20$ mm et $35,71 \pm 0,45$ mm respectivement dans les niveaux N1, N2 et N3. L'analyse statistique des tailles antéro-postérieures de la palourde atteintes à la fin de l'expérience, ainsi que toutes celles enregistrées à partir de l'échantillonnage du 31 mai 2007, ne montre pas des différences significatives ($P > 0,05$). Par conséquent, une période de croissance relativement stable de 5 mois a été enregistrée entre juin et octobre 2007 dans les différents niveaux de l'estran. Le début de cette dernière période est caractérisé par des longueurs supérieures à la taille réglementaire pour l'exploitation 35 mm ($35,14 \pm 0,14$ mm, $35,01 \pm 0,82$ mm et $35,25 \pm 0,34$ mm respectivement dans N1, N2 et N3).

L'analyse de l'évolution du poids humide (figure 5B), des palourdes élevées dans les trois niveaux de l'estran, montre une période de latence initiale de 4 mois où les taux de croissance sont relativement faibles (0,027, 0,029 et 0,022 respectivement pour N1, N2, et N3). Celle-ci est suivie par une phase de

croissance régulière durant laquelle les taux de croissance en poids humide les plus élevés sont observés entre avril et mai 2007 (0,112, 0,097 et 0,087 respectivement aux niveaux N1, N2, et N3). Des taux de croissance en poids relativement élevés sont aussi observés entre novembre 2006 et janvier 2007 (0,085, 0,069 et 0,087) et entre février 2007 et mars 2007 (0,074, 0,076 et 0,063). Cependant à partir du mois de juin aucune différence ($P > 0,05$) en poids n'est détectée jusqu'à la fin de l'expérience dans les trois niveaux considérés. Des poids moyens humides de $10,46 \pm 0,4$ g, de $9,47 \pm 0,3$ g et de $9,92 \pm 0,2$ g, sont enregistrés respectivement aux niveaux N1, N2 et N3 à la fin de l'expérience.

La figure 5C montre une tendance de diminution des taux de survie au cours de la période d'expérimentation sur les différents niveaux étudiés. Au bout de la première année de l'élevage les taux de survie sont de $67,35 \pm 2,35$ %, 20 ± 1 % et $71,43 \pm 5,9$ % respectivement aux niveaux N1, N2 et N3. A la fin de l'expérience, les taux de survie sont de $49,67 \pm 5,1$ %, $10,89 \pm 1,5$ % et $45,33 \pm 2,0$ % respectivement dans les niveaux N1, N2 et N3. L'analyse statistique des ces taux ne montre pas de différences significatives ($P > 0,05$) pour les niveaux N1 et N3. Cependant, une différence significative ($P < 0,05$) du taux de survie est observée pour le niveau N2 en comparaison avec N1 et N3.

Durant les quatre premiers mois d'élevage, les taux de mortalité varient entre 14 %, et 19 %. Cependant, une forte mortalité a été enregistrée dans la zone N2 entre février 2006 et mai 2007 (73,2 %). Une autre période de forte mortalité est observée dans les niveaux N1 et N3 entre juin et août 2007 où des taux respectifs de 25,82 % et 32,63 % ont été enregistrés.

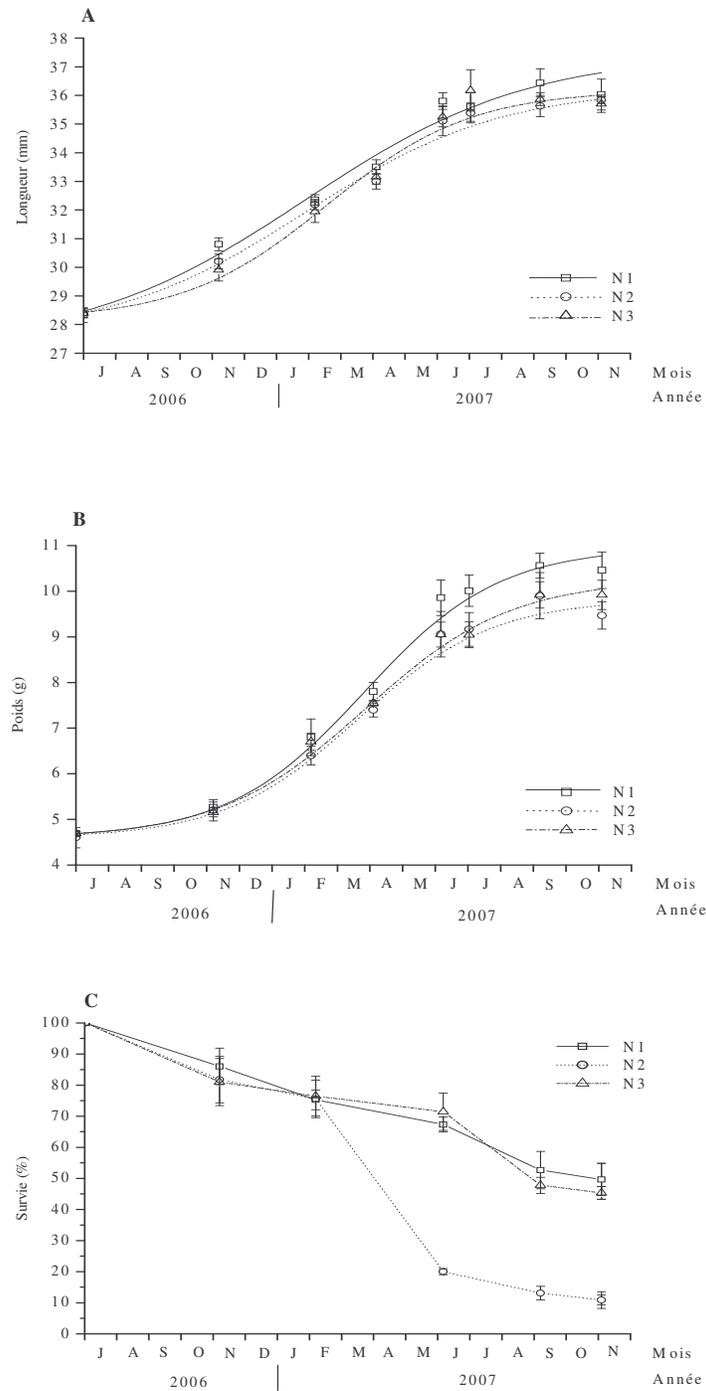


Figure 5 : Evolution de la longueur antéro-postérieure (A), du poids frais (B) et de la survie (C) de la palourde *Ruditapes decussatus*, élevée sous filet, dans 3 différents niveaux de l'estran de Zarat (moyenne \pm ESM, n=3).

La figure 6A, représentant l'évolution de la longueur antéro-postérieure moyenne de la palourde élevée à 3 différentes densités; 100 individus /m² (D100), 150 individus /m² (D150) et 200 individus /m² (D200),

illustre des courbes de même allure que celles de l'expérience précédente. La première année est marquée par une croissance continue en longueur. En effet, des taux de croissance maximums sont aussi

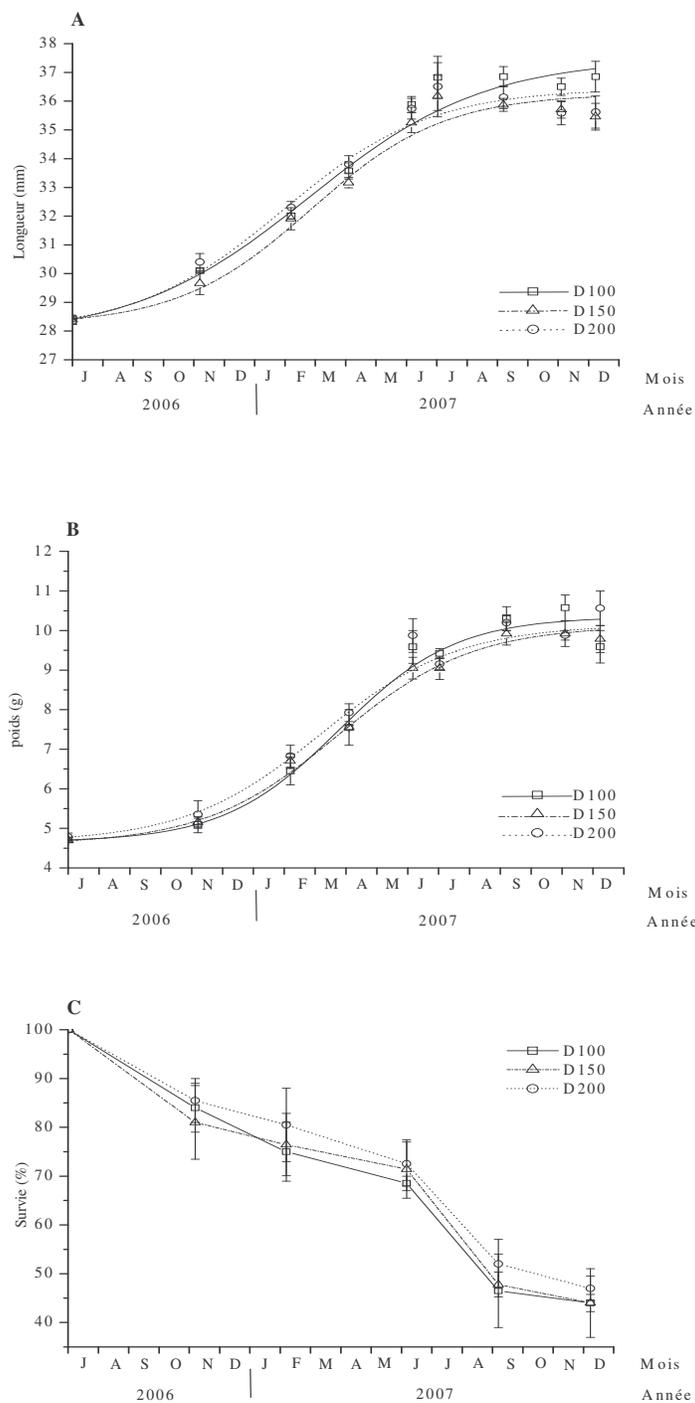


Figure 6 : Evolution de la longueur antéro-postérieure (A), du poids frais (B) et de la survie (C) de la palourde *Ruditapes decussatus*, élevée suivant 3 densités différentes (moyenne \pm ESM).

enregistrés durant la période entre avril et mai 2007 (0,032, 0,029 et 0,027 respectivement pour les densités D100, D150 et D200). A la fin de l'expérience, les longueurs moyennes sont de $36,85 \pm 0,5$ mm, $35,46 \pm 0,5$ mm et $35,62 \pm 0,4$

mm respectivement pour les densités D100, D150 et D200. L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ($p > 0.05$) entre les longueurs moyennes des palourdes. Une croissance en longueur relativement stable ($P > 0,05$) est aussi constatée à

partir de l'échantillonnage du 31 mai 2007 où les tailles des coquilles sont de $35,88 \pm 0,28$ mm, $35,25 \pm 0,34$ mm et $35,74 \pm 0,36$ mm et les poids moyens de $9,58 \pm 0,41$ g, $9,04 \pm 0,27$ g et $9,87 \pm 0,42$ g respectivement pour les densités D100, D150 et D200.

L'évolution des poids humides des palourdes élevés aux densités D100, D150 et D200 (figure 6B) illustre une première phase de latence de 4 mois durant laquelle les taux de croissance en poids sont relativement faibles (0,018, 0,022 et 0,029 respectivement pour D100, D150 et D200). Ensuite, une croissance régulière est observée jusqu'à la fin du mois de mai 2007. Des taux maximums en gain de poids de 0,115, 0,087 et 0,106, respectivement pour D100, D150 et D200, sont enregistrés entre avril et mai 2007.

A la fin de l'expérience, des poids moyens de $9,59 \pm 0,4$ g, $9,78 \pm 0,3$ g et $10,56 \pm 0,4$ g sont enregistrés respectivement pour les densités D100, D150 et D200. L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ($P > 0,05$) entre ces poids moyens.

L'évolution des taux de survie des palourdes élevés aux densités D100, D150 et D200 est illustrée dans la figure 6C. Nous observons une diminution des taux de survie durant la période d'expérimentation. A la fin de la première année de l'élevage, des taux de survie de $68,50 \pm 1,5\%$, $71,43 \pm 5,9\%$ et $72,50 \pm 4,5$ sont enregistrés respectivement pour D100, D150 et D200. Toutefois, à la fin de l'expérience les taux de survie respectifs sont de $44,0 \pm 9\%$, $43,9 \pm 2\%$ et $47 \pm 3\%$, qui demeurent statistiquement semblables ($P > 0,05$). Des taux de mortalité remarquables sont observés durant les quatre premiers mois (de 14,5 % à 19%) et durant les mois de juin à août 2007 (31,75%, 32,63% et 28,42% respectivement pour D100, D150 et D200).

DISCUSSION

Les études sur la croissance des mollusques bivalves ont identifié différents degrés de variabilités à différents niveaux spatio-temporels (Urrutia *et al.*, 1999). Les conditions environnementales et principalement la température et la disponibilité en aliment, sont considérées comme les principaux facteurs affectant la croissance des mollusques bivalves (Beninger *et Lucas*, 1984; Laing *et al.*, 1987; Gouilletquer *et al.*, 1989; Baud *et Bacher*, 1990; Sobral *et Widdows*, 2000; Pérez Camacho *et al.*, 2003). Dans notre étude, les températures moyennes hivernales enregistrées sont inférieures à 15 °C avec un minimum de 11,5 °C; dans ces conditions hivernales la croissance de la palourde se poursuit dans les différents niveaux intertidaux et pour les différentes densités testées. Par conséquent, les basses températures, enregistrées dans notre site, ne constituent pas un facteur limitant de la croissance.

Dans ce contexte, Walne (1976) signale que la croissance de *R. decussatus* devient notable lorsque la température augmente au dessus de 10 °C. D'après Baud *et Bacher* (1990), une corrélation positive existe entre la croissance de la palourde et la température de l'eau. Ces mêmes auteurs ont montré que la température élevée stimule le métabolisme des bivalves. D'ailleurs, Laing *et al.* (1987) signalent que les taux de croissance de *R. philippinarum* augmentent en présence d'une température allant jusqu'à 25 °C et diminuent au-delà de ce seuil. Cette diminution de la croissance est associée à une diminution marquée du taux de respiration d'après les mêmes auteurs.

Des taux de croissance maximum (0,032 pour la croissance en longueur et 0,11 pour la prise de poids) sont observés au printemps (avril-mai) lorsque la température oscille entre 17,6 °C et 27,3 °C. Cette période est caractérisée par une forte production primaire, correspondante à un bloom phytoplanctonique, caractérisant la période printanière du golfe de Gabès, comme signalé par Drira *et al.* (2009). Dans ces conditions d'abondance de la nourriture potentielle, Urrutia *et al.* (1999) signalent que le surplus énergétique est utilisé pour la croissance somatique ainsi que pour le développement des gonades.

A une température comparable (19-27 °C), Shpigel *et Fridman* (1990) signalent une croissance élevée durant toute l'année à l'exception de la période de ponte en été. Cependant, cette gamme de températures printanière dans notre site est plus élargie que celle signalée par Serdar *et al.* (2007) dans la lagune de Sufa en Turquie (22-25,7 °C), où des taux maximums de croissance sont observés. Bien que ces derniers auteurs comparent différentes méthodes d'élevage dans un milieu relativement riche en chlorophylle-a ($4,04-30,93 \mu\text{g l}^{-1}$), les taux de croissance maximale enregistrés (0,032 et 0,13 respectivement pour la croissance en longueur et en poids) sont comparables à notre étude. La différence des écarts des températures printanières entre les deux sites pourrait expliquer cette concordance. Dans ce contexte, Laing *et al.* (1987) signalent que les performances de la croissance des palourdes sont modifiées aussi bien par l'alimentation que par la température.

L'exposition des différents niveaux de la zone intertidale aux mêmes conditions trophiques, sous forme de biomasse phytoplanctonique, et aux mêmes températures explique la similitude de la croissance en longueur et en poids de la palourde dans le site étudié. Bien que l'on note une différence dans le temps d'immersion entre les différents niveaux, ceci n'a pas affecté la croissance de la palourde. Dans ce contexte Gillmor (1982) et Gouilletquer *et al.* (1987) signalent qu'en zone intertidale, le temps d'immersion, correspondant à un temps de filtration

potentiel, est considéré comme un facteur important dans le contrôle de la croissance. Bacher et Goulletquer (1989) notent l'effet du temps d'immersion sur les performances finales de croissance de *R. philippinarum* sans être le principal facteur explicatif des différences observées. Fréchet et Bourget (1985) mettent en évidence les différences de croissance chez *Mytilus edulis*, selon la position dans la colonne d'eau et le niveau intertidal, dont les effets sont interprétés en termes de déplétion de la nourriture potentielle disponible.

Lorsque la différence de croissance est attribuée à la densité de mise en charge, la compétition intraspécifique pour la nourriture et pour l'espace est mise en cause (Liu *et al.*, 2006). Les conséquences d'un 'sur-semis' sont marquées par une corrélation négative entre la survie et la densité (Melià *et al.*, 2004). Dans notre étude, aucune différence significative n'a été observée entre les performances de l'élevage à des densités de 100 individus / m², 150 individus / m² et 200 individus / m². Ceci montre qu'au sein des lots testés la compétition intraspécifique n'est pas arrivée à un stade d'effet chronique. Il semble donc que la capacité trophique de l'estran à Zarat est suffisante pour accueillir des mises en charge de 200 individus / m².

Dans les conditions estivales de notre site, la température journalière moyenne de l'eau est supérieure à 28 °C avec un maximum de 32,8 °C. Notons que ce maximum est enregistré à marée basse durant le mois de septembre 2007. Le fort ensoleillement couplé aux faibles profondeurs de l'estran peuvent expliquer cette valeur élevée de la température.

Cette élévation de la température est impliquée aussi de façon indirecte dans le ralentissement, voire l'arrêt de la croissance chez la palourde. En effet, selon les travaux de Triguí-El Menif (1995) et Hamida (2004), pendant cette période estivale, le cycle sexuel de la palourde est en pleine activité et l'émission des gamètes s'étale de juin à décembre.

La gamétogenèse active estivale entraîne une production gonadique tissulaire importante, mais elle peut s'effectuer au détriment de la biomasse somatique (Goulletquer *et al.*, 1988). La diminution du taux de croissance durant la période de libération des gamètes est aussi signalée par Breber (1985).

L'étude de Pérez Camacho *et al.* (2003) concernant l'évaluation des différents états de l'équilibre énergétique, positif et négatif, montre que la quantité de nourriture disponible détermine, dans une certaine mesure, l'accumulation ou l'utilisation des réserves énergétiques au cours de la période de développement des gonades chez *R. decussatus*. Dans les conditions de l'équilibre énergétique positif, ces auteurs signalent que la quantité de nourriture ingérée fournit suffisamment d'énergie pour la consommation métabolique et l'accumulation de réserves. Dans le

cas inverse, l'organisme utilise ses réserves afin de maintenir le processus de la reproduction en cours et pour répondre aux exigences de ses différents processus métaboliques. Ainsi, les conditions d'une balance énergétique négative conduit, à un degré modéré, d'une perte de poids organique chez la palourde (Pérez Camacho *et al.*, 2003).

Bien que la salinité et l'oxygène dissous peuvent affecter la croissance de *R. decussatus*, Teresa Sicard *et al.* (2006) signalent que leur rôle ne paraît pas comme facteur potentiel dans l'élevage des bivalves comme la température.

Dans la zone estran de Zarat, l'oxygène dissous variant entre 5,61 et 8,27 mg l⁻¹ et la gamme de salinité de 36 à 41 psu, ne présentent aucun effet notable sur la croissance de la palourde en se référant aux travaux de Jara-Jara *et al.* (1997) et Gabr et Gab-Alla (2008).

Une étude comparative sur les performances du grossissement de *R. decussatus* est illustrée dans le tableau 1. En adoptant la phase de la croissance durant la première année de l'élevage, l'augmentation de la longueur antéro-postérieure de la coquille est de 8,01, de 7,34, et de 7,96 mm / an respectivement pour les densités de 100 individus / m², de 150 individus / m² et de 200 individus / m². Ces derniers sont comparables au résultat de Serdar *et al.* (2007) pour son élevage de la palourde sous filets en plastique dur (7,44 mm / an), mais paraissent plus élevés pour les élevages réalisés en boîte de filet, en filet polyamide et dans la terre clôturée (respectivement 5,77 / an, 5,44 / an et 5,05 mm / an).

La différence de croissance pourrait être aussi attribuée à la méthode d'élevage (Serdar *et al.*, 2007), mais aussi à la densité d'élevage (Jara-Jara *et al.*, 1997), à la maille du filet de protection (Chessa *et al.*, 2005) et aux caractéristiques physique de l'environnement de l'élevage (Robert *et al.*, 1993), particulièrement la vitesse du courant (Sobral *et* Widdows, 2000).

L'autre critère de performance de l'élevage de la palourde est le taux de mortalité qui peut être affecté par divers facteurs; tels que : une exposition prolongée aux hautes températures (Gribben *et al.*, 2002), le type du substrat (Cigarria *et* Fernandez, 2000), la méthode d'élevage (Serdar *et al.*, 2007), la densité d'élevage (Jara-Jara *et al.*, 1997), la taille des juvéniles (Cigarria *et* Fernandez, 2000), la prédation et la nature de protection (Spencer *et al.*, 1992) ainsi que l'accumulation macro-algale (Breber, 1985) et les agents pathogènes (Breber, 1985).

Dans notre étude, l'exposition prolongée aux hautes températures, durant la période estivale, peut expliquer les taux marqués de mortalité observée. Cependant la forte mortalité observée dans la zone N2, entre février et mai 2007, est due au phénomène d'ensablement des poches. Dans ce contexte, Sedrati et Anthony (2007) signalent que dans des situations

Tableau I. Croissance et survie de *Ruditapes decussatus* dans différents sites Euro-Méditerranéen.

Taille initiale (mm)	Poids initial (g)	Taille finale (mm)	Poids final (g)	Densité (ind./m ²)	Survie (%)	Durée (mois)	Méthode d'élevage	Température (°C)	Site	Référence
29,6	5,7	35,3	--	61,5	57	16	--	--	Oued Maltine, Sfax, Tunisie	Matias <i>et al.</i> (2004)
26,5	3,85	34,13	9,09	200	64	12	Filet en plastique dure	8-32	Lagune de Sufa, Izmir, Turquie	Serdar <i>et al.</i> (2007)
26,5	3,87	32,56	8,02	200	42	12	Boite en filet	8-32	Lagune de Sufa, Izmir, Turquie	Serdar <i>et al.</i> (2007)
26,5	3,93	32,25	7,24	200	32	12	Filet en polyamide	8-32	Lagune de Sufa, Izmir, Turquie	Serdar <i>et al.</i> (2007)
26,5	3,82	31,93	6,72	200	42	12	Terre clôturée	8-32	Lagune de Sufa, Izmir, Turquie	Serdar <i>et al.</i> (2007)
21	1,4	32	5,5	1000	90	8	Terre clôturée	5-30	Lagune de Venise, Italie	Breber (1985)
33	6,2	40	11,5	900	75	8	Terre clôturée	5-30	Lagune de Venise, Italie	Breber (1985)
24,1	2,7	36,5	9,5	278	-	10	Filet en plastique	--	Conwy, Grande Bretagne	Walne (1976)
28,4	4,7	35,88	9,58	100	68,5	11,2	Poche de filet	11,5-32,8	Estran de Zarat, Gabès, Tunisie	Présente étude
28,4	4,7	35,25	9,04	150	71,4	11,2	Poche de filet	11,5-32,8	Estran de Zarat, Gabès, Tunisie	Présente étude
28,4	4,7	35,74	9,87	200	72,5	11,2	Poche de filet	11,5-32,8	Estran de Zarat, Gabès, Tunisie	Présente étude

particulières, où le courant de rivage atteint la vitesse de $1,6 \text{ ms}^{-1}$, les conditions hydrodynamiques de la zone intertidale sont affectées. En effet, la zone subit une migration des barres de sables. Par conséquent la sélection du site est un facteur à considérer, du fait que la palourde est semée dans le substrat pour le grossissement (Arnold *et al.*, 2000). En plus, la mortalité de la palourde par ensablement peut être évitée par un contrôle journalier et un déplacement des poches en cas de besoin.

En plus des facteurs biotiques et abiotiques, les paramètres socio-économiques doivent aussi être pris en considération et tout particulièrement le conflit entre usagers (Pellizzato *et Da Ros*, 2005).

CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont montré la possibilité de grossissement de la palourde *R. decussatus* dans des chenaux de drainage de l'eau sur la zone estran à Zarat (golfe de Gabès) où la pêche est inhabituelle, en raison de leur faible densité. En effet, ces emplacements offrent un potentiel supplémentaire pour le grossissement de cette espèce. Ainsi l'importante quantité des juvéniles récupérée de la collecte naturelle et dont la taille est inférieure à celle réglementaire pour l'exploitation (35 mm) peut être valorisée. Le rendement bénéfique du grossissement est certain du fait de l'augmentation de la biomasse et de la valeur commerciale plus élevée pour les individus de grande taille. De plus, une densité de mise en charge de juvéniles de la palourde de 200 individus / m^2 permettrait un meilleur rendement.

Remerciements

Cette étude s'insère dans le cadre du projet «gestion durable des ressources de la pêche côtière en Tunisie», administré par la Direction Générale de la Pêche et d'Aquaculture (DGPA) et supporté par la l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Nous tenons à remercier le maire de Zarat M. Mohamed KAROUI pour son support régulier pour le travail sur terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- Arnold W.S., White M.W., Norris H.A. and Berrigan M.E., 2000 - Hard clam (*Mercenaria spp.*) aquaculture in Florida, USA: geographic information system application to lease site selection. *Aquacult. Eng.* 23, 203-231.
- Bacher C. and Gouletquer P., 1989 - comparaison des relations trophiques de *Ruditapes decussatus* en milieux estuarien et océanique à partir d'un modèle de croissance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 1160-1170.
- Baud J.P. and Bacher C., 1990 - Use of saline ground water for intensive rearing of *Ruditapes philippinarum* juveniles in nursery system. *Aquaculture* 88, 157-178.
- Benering P. and Lucas A., 1984 - Seasonal variations in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams et Reeve). *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 79, 19-37.
- Breber P., 1985 - On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.): Two years' experience in Venice lagoon. *Aquaculture* 44, 51-56.
- Chessa L.A., Paesanti F., Pais A., Scardi M., Serra S. and Vitale L., 2005 - Perspectives for development of low impact aquaculture in a western Mediterranean lagoon: the case of carpet clam *Tapes decussatus*, *Aquaculture Int.* 13, 147-155.
- Cigarria J. and Fernandez J.M., 2000 - Management of Manila clam beds I. Influence of seed size, type of substratum and protection on initial mortality. *Aquaculture* 182, 173-182.
- DGPA, 1995 - Plan directeur de l'aquaculture en Tunisie. PNUD/FAO, 186pp.
- DGPA, 2008 - Les statistiques de la pêche de l'année 2008 en Tunisie. 114pp.
- Domitília M., Joaquim S., Leitão A. and Massapina C., 2009 - Effect of geographic origin, temperature and timing of broodstock collection on conditioning, spawning success and larval viability of *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758). *Aquaculture Int.* 17, 257-271.
- Drira Z., Bel Hassen M., Hamza A., Rebai A., Bouain A., Ayadi H. and Aleya L., 2009 - Spatial and temporal variations of microphytoplankton composition related to hydrographic condition in the gulf of Gabès. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89, 1559-1569.
- Fréchette M. et Bourget E., 1985 - Food limited growth of *Mytilus edulis* L. in relation to the benthic boundary layer. *Can. Fish. Aquat. Sci.* 42, 1166-1170.
- Gabr H.R. and Gab-Alla A.A-F.A., 2008 - Effect of transplantation on heavy metal concentration in commercial clam of Lake Timsah, Suez Canal, Egypt. *Oceanologia* 50 (1), 83-93.
- Gillmor R.B., 1982 - Assessment of intertidal growth and capacity adaptation in suspension-feeding bivalves. *Mar. Biol.* 68, 277-286.
- Gouletquer P., Lombas I. and Prou J., 1987 - Influence du temps d'immersion sur l'activité reproductrice et sur la croissance de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* et l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. *Haliotis* 16, 453-462.
- Gouletquer P., Nedhif M. and Heral M., 1988 - production de palourdes Japonaise *Ruditapes*

- philippinarum* (Adams et Reeve) en Bassin Semi-Fermé: Approche Energétique et Relations Trophiques. *Aquaculture* 74, 331-348.
- Gouletquer P., Deslous-Paoli, J.M., Héral, M., 1989 - Ecophysiologie et bilan énergétique de la palourde japonaise d'élevage *Ruditapes philippinarum*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 132, 85-108.
- Gribben P.E., Creese R.G. and Hooker S.H., 2002 - Growth rates of the venus clam *Ruditapes largillierti* grown under experimental culture conditions in New Zealand. *Aquaculture* 213, 187-197.
- Guelorget O. and 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.
- Hamida L., 2004 - Reproduction de la palourde *Ruditapes decussatus*, en milieu naturel (sud Tunisie) et en milieu contrôlé (écloserie expérimentale): relation avec système immunitaire. *Thèse de doctorat de L'Université de Bretagne Occidentale*. 96pp
- Jara-Jara R., Pazos A.J., Abad M., García-Martín L.O. and 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.
- Laing I., Utting S.D. and Kilada R.W.S., 1987 - Interactive effect of diet and temperature on the growth of juvenile clams. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 113, 23-38.
- Liu B., Dong B., Tang B., Zhang T. and Xiang J., 2006 - Effect of stocking density on growth, settlement and survival of clam larvae, *Meretrix meretrix*. *Aquaculture* 258, 344-349.
- Malouf R.E. and Bricelj V.M., 1989 - Comparative biology of clams: environmental tolerance, feeding, and growth. In: Manzi, J.J., Castagna, M. (Eds), *Clam Mariculture in North America*. Elsevier, Amsterdam, 23-73.
- Matias D., Joaquim S., Massapina C., Gaspar M., Medhioub M.N. and 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 M.N., 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 et Medhioub A. (2006) - Cycle d'élevage de la palourde *Ruditapes decussatus* (Mollusque, Lamellibranche) produite en écloserie). *Actes des 13^{ème} journées scientifiques sur les résultats de la recherche agricole*. Hammamet, 14 et 15 décembre 2006. 1007-1017.
- Melià P., De Leo G.A. and Gatto M. (2004) - Density and temperature-depending of vital rates in the Manila clam *Tapes philippinarum*: A stochastic demographic model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 272, 153-164.
- Mistri M., 2004 - Effect of *Musculista senhousia* mats on clam mortality and growth: much ado about nothing?. *Aquaculture* 241, 207-218.
- Parache A., 1982 - La palourde. *La pêche Maritime* 1254, 496-507.
- Pellizzato M. and Da Ros L., 2005 - Clam farming quality as management tool: a proposal based on recent studies in Northern Adriatic lagoons. *Aquaculture Int.* 13, 57-66.
- Pérez Camacho A., Delgado M., Fernández-Reiriz M.J. and Labarta U., 2003 - Energy balance, gonad development and biochemical composition in the clam *Ruditapes decussatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 258, 133-145.
- Peyre R., Zanette Y. and Héral M., 1980 - Elevage de palourde sous filet en milieu fermé. *Science Pêche, bull. Inst. Pêches Marit.*, 307, 15-18.
- 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.
- Robert R., Trut G. and Laborde J.L., (1993) - Growth, reproduction and gross biochemical composition of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in the Bay of Arcachon, France. *Mar. Biol.* 116, 291-299.
- Sedrati M., and Anthony E.J., 2007 - Storm-generated morphological change and longshore sand transport in the intertidal zone of a multi-barred macrotidal beach. *Marine Geology* 244, 209-229.
- Serdar S., Lök A., Köse A., Yildiz H., Acarli S. and Gouletquer P., 2007 - Growth and survival rates of carpet shell clam (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) using various culture methods in Sufa (Homa) Lagoon, Izmir, Turkey. *Aquacul. Eng.* 37, 89-99.
- Shpigel M. and Fridman R., 1990 - Propagation of Manila clam (*Tapes semidecussatus*) in the effluent of fish aquaculture ponds in Eilat, Israel. *Aquaculture* 90, 113-122.
- Sobral P. and Widdows J., 2000 - Effects of increasing current velocity, turbidity and particle-size selection on the feeding activity and scope for growth of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa, southern Portugal. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 245, 111-125.

- Solidoro C., Melaku Canu D. and 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.
- Spencer B.E., Edwards D.B. and Millican P.F., 1992 - Protecting Manila clam (*Tapes philippinarum*) beds with plastic netting. *Aquaculture* 105, 251-268.
- Trigui-El Menif N., Le Pennec M. and Maamouri F., 1995 - la reproduction de la palourde *Ruditapes decussatus* (mollusque, bivalve) sur les côtes tunisiennes. *Vie Marine* 5, 35-42.
- Teresa Sicard M., Maeda-Martinez A.N., Llunch-Cota S.E., Lodeiros C., Roldan-Carrillo M. and Mendoza-Alfaro R., 2006 - Frequent monitoring of temperature: an essential requirement for site selection in bivalve aquaculture in tropical-temperate transition zones. *Aquaculture research* 37, 1040-1049.
- Urrutia M.B., Ibrarro I., Iglesias J.I.P. and 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., 1976 - Experiments on the culture in the sea of the butterfish *Venerupsis decussata* L. *Aquaculture* 8, 371-381.