



Effet de la Densité de Mise en Charge sur la Croissance de la Palourde *Amiantis umbonella* Élevée sur les Sites de Douda et Obock (Djibouti)

David Giraud Akélé

Ecole d'Aquaculture, Université Nationale d'Agriculture, Bénin

Rodrigue Orobiyi Edéya Pelebe

Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique
(LaRAEAq), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Mohammed Fagbemi

Abdoul-Kadir Mohamed Djama

Philippe Adédjobi Lalèyè

Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences
Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

[Doi:10.19044/esipreprint.9.2022.p83](https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2022.p83)

Approved: 11 September 2022

Posted: 13 September 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCES

Cite As:

Giraud Akélé D., Edéya Pelebe O.R., Fagbemi M., Mohamed Djama A.K. & Adédjobi Lalèyè P. (2022) *Effet de la Densité de Mise en Charge sur la Croissance de la Palourde *Amiantis umbonella* Élevée sur les Sites de Douda et Obock (Djibouti)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2022.p83>

Résumé

La palourde *Amiantis umbonella* présente dans les zones intertidales sablonneuses/vaseuses en Asie constitue une source de protéines bon marché de ces régions. Malgré ces potentialités économiques, elle demeure peu étudiée à Djibouti où elle est fait l'objet d'une production. Cette étude a pour but d'étudier l'effet de la densité d'élevage sur la croissance de la palourde *Amiantis umbonella*. Les expériences ont été conduites sur les sites de Douda avec des densités de 50 individu/m² et de 100 individu/m² et Obock avec 50 individu/m². La taille et le poids des spécimens ont été mesurés toutes les deux semaines, pendant 6 mois de mars à aout 2018. La température

moyenne était de 36°C. Les paramètres de croissance des palourdes ont été estimés avec l'équation de Von Bertalanffy. A la densité de 50 individus/m², les constantes de croissance K étaient de 0,13 cm/mois et 0,15 cm/mois respectivement à Douda et Obock tandis qu'elle était de 0,11cm/mois pour une densité de 100 individus/m² à Douda. Ainsi, il ressort que la taille commerciale (40 mm) a été obtenue plutôt après 8 semaines à Douda à la densité 50 individus/m² et Obock contre 14 semaines d'élevage à la densité de 100 individus/m² à Douda. Ces résultats révèlent une amélioration de la croissance de la palourde *Amiantis umbonella* à la densité de 50 individus/m² dans les conditions d'élevage à Douda et Obock.

Mot clés : Palourde, Croissance, vénériculture, *A.umbonella*

Effect of stocking density on the growth of clam *Amiantis umbonella* reared at Douda and Obock sites (Djibouti)

David Giraud Akélé

Ecole d'Aquaculture, Université Nationale d'Agriculture, Bénin

Rodrigue Orobiyi Edéya Pelebe

Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAq), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Mohammed Fagbemi

Abdoul-Kadir Mohamed Djama

Philippe Adédjobi Lalèyè

Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

Abstract

The clam *Amiantis umbonella* found in sandy/muddy intertidal zones in Asia constitutes a cheap source of protein in these regions. Despite its economic potential, it remains little studied in Djibouti where it is produced. This study aims to investigate the effect of stocking density on the growth of the clam *Amiantis umbonella*. The experiments were conducted at the sites of Douda with densities of 50 individuals/m² and 100 individuals/m² and Obock with 50 individuals/m². The size and weight of the specimens were measured every two weeks, during 6 months from March to August 2018. The average temperature was 36°C. Clam growth parameters were estimated with the Von Bertalanffy equation. At a density of 50 individuals/m², the growth constants K were 0.13 cm/month and 0.15 cm/month respectively in Douda and Obock while it was 0.11cm/month for a density of 100 individuals/m² in Douda. Thus, it appears that the commercial size (40 mm)

was obtained after 8 weeks in Doua at a density of 50 individuals/m² and Obock against 14 weeks of rearing at a density of 100 individuals/m² in Doua. These results reveal an improvement of the growth of the clam *Amiantis umbonella* at the density of 50 individuals/m² under the rearing conditions in Doua and Obock.

Keywords: Clam, growth, venereal culture, *A. umbonella*

1. Introduction

Les palourdes ont une grande importance économique dans le monde (Mekhanik Babaei et al. 2020). La production de palourdes japonaises *Ruditapes philippinarum*, en aquaculture a connu un essor fulgurant au début des années 1990, notamment parce que l'Italie a développé une aquaculture à grande échelle dans ses lagunes. En effet, la production est montée jusqu'à près de 60 000 tonnes par an de 2000 à 2007 mais tend à se stabiliser autour des 30 000 tonnes par an (Manzoni, 1999).

Djibouti est une contrée désertique dont les habitants sont à l'origine peu tournés vers l'exploitation marine. Cependant, depuis plusieurs années, le pays a développé un secteur de la pêche artisanale qui prend de plus en plus d'importance dans la vie économique. La production halieutique y reste un secteur d'avenir en considérant les ressources disponibles et les nombreuses entités de financement qui proposent actuellement des projets visant à améliorer la production de poissons. A ce jour, il n'y a aucune exploitation aquacole sur le territoire djiboutien, malgré l'existence de milieu propice à l'élevage de certaines espèces aquacoles. Bien que l'évaluation des ressources halieutiques des eaux djiboutiennes n'ait pas été actualisé depuis plus de 22 ans certains indicateurs comme une pression de pêche modérée, l'utilisation d'engins de pêche sélectifs et les captures de poissons de grandes tailles d'espèces de haute valeur marchande, suggèrent qu'elles ne sont pas encore pleinement exploitées (Kunzel et al., 1996). La disponibilité des ressources halieutiques présentent donc de fortes potentialités de développement pour le secteur de la pêche, qui actuellement ne contribue que pour une faible part (de l'ordre de 1 %) au PIB national (MAEPE-RH, 2016).

Le Gouvernement de Djibouti s'est engagé depuis plusieurs années à développer l'aquaculture en se dotant d'un Cadre stratégique de développement durable de l'aquaculture marine et en faisant appel à l'appui de la FAO. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet 'Promotion de l'élevage de palourdes et d'huîtres à Djibouti' financé par la FAO et visant le développement d'activités de promotion de l'aquaculture marine. Malgré des conditions naturelles favorables, le manque d'infrastructures et d'expertise technique ainsi que la méconnaissance de la biologie des espèces et de leurs biotopes locaux ont freiné le développement du secteur aquacole. Cette étude

viser globalement l'étude de l'effet de différentes densités d'élevage sur la croissance des palourdes en. De façon spécifique, il s'agit de : 1) évaluer les paramètres de croissance des spécimens de la palourde d'*Amiantis umbonella*, 2) analyser l'impact de la densité sur le taux de croissance et 3) identifier le site le plus propice à la vénériculture sur le littoral djiboutien.

2. Matériel et Méthodes

Matériel biologique: la palourde *Amiantis umbonella*

La palourde *Amiantis umbonella* (Mollusca : Bivalvia : Veneroida) appartient à la famille des Veneridae. Elle a une large répartition spatiale. En effet, elle est présente le long de la mer rouge, dans l'océan Indien. L'espèce a une aire de dispersion tellement étendue qu'on la rencontre aux Philippines et au Japon (Lamarck, 1818). Les palourdes vivent sur des fonds sableux vaseux, sableux et graveleux voire dans la vase compacte mais elles préfèrent les sédiments sableux caillouteux. Elles peuvent être élevées en «claires» (parcs à terre alimentés en eau de mer). Elles s'enfouissent de 2 à 5 cm voire 10 cm pour les plus grosses. C'est un coquillage fouisseur et rustique qui se déplace d'une façon non négligeable.

Stations d'expérimentation

Située stratégiquement dans la Corne de l'Afrique, à la jonction de la mer Rouge et du golfe d'Aden, la République de Djibouti est bordée par l'Érythrée au Nord, l'Éthiopie à l'Ouest et au Sud-Ouest, le Somaliland au Sud-Est ; et est séparée du Yémen à l'Est par le détroit de Bab-El-Mandeb. Le plateau continental (jusqu'à l'isobathe des 200 m) sur lequel se concentre la majorité des ressources exploitées couvre une superficie d'environ 2 563 km² (Kunzel et al., 1996). Le climat djiboutien est marqué par l'alternance de deux saisons : la saison chaude de mai à octobre et la saison fraîche de novembre à avril. Cette alternance n'est pas sans conséquence sur l'écosystème marin. La salinité des eaux djiboutiennes varie de 36,5 à 39 ppm et la température moyenne des eaux de surface est comprise entre 25° et 35°C.



Figure 1: Carte de Djibouti avec les sites d'expérimentations

La présence de palourdes dans les zones sableuses de la côte djiboutienne ainsi que la pratique à petite échelle de la pêche et la commercialisation du coquillage par des communautés locales de pêcheurs a été observée. La présence naturelle de palourdes a pu être observée sur les plages du sud (Douda) et du nord de Djibouti (Obock),

Choix des stations

Les deux (2) sites d'expérimentation (Douda et Obock) ont été choisis en fonction de l'abondance et de la présence des spécimens de la palourde étudiée : *Amiantis umbonella* (Figure 1).

La Station de Douda est située dans la plaine côtière de Loyada à Djibouti. Le milieu est découvert sur des grandes étendues à forte marée basse. Le substrat est vaseux dans les embouchures des oueds puis devient sableux à l'approche de la presqu'île de Djibouti. La Station de Obock est située dans la région d'Obock, caractérisée par une grande étendue vaseuse et sableuse face à l'embouchure de l'oued qui traverse la ville. Le milieu est agité sauf dans les zones protégées des mangroves de Godoriiya et de Ras Siyyan.

Dispositifs expérimentaux

Sur chaque station, deux bandes d'élevage d'une superficie de 20 m² ont été installées. Chaque bande de dimensions 1,5 m x 13,33 m, est entourée d'un grillage plastique enfoncé jusqu'à 20 cm dans le sable et dépassant de 10 cm. La rigidité était assurée par l'enfoncement tous les 2 m d'une barre de fer de 40 cm dépassant du sable de la hauteur du grillage, soit 10 cm, et attachée par deux liens en nylon au grillage (Figure 2).

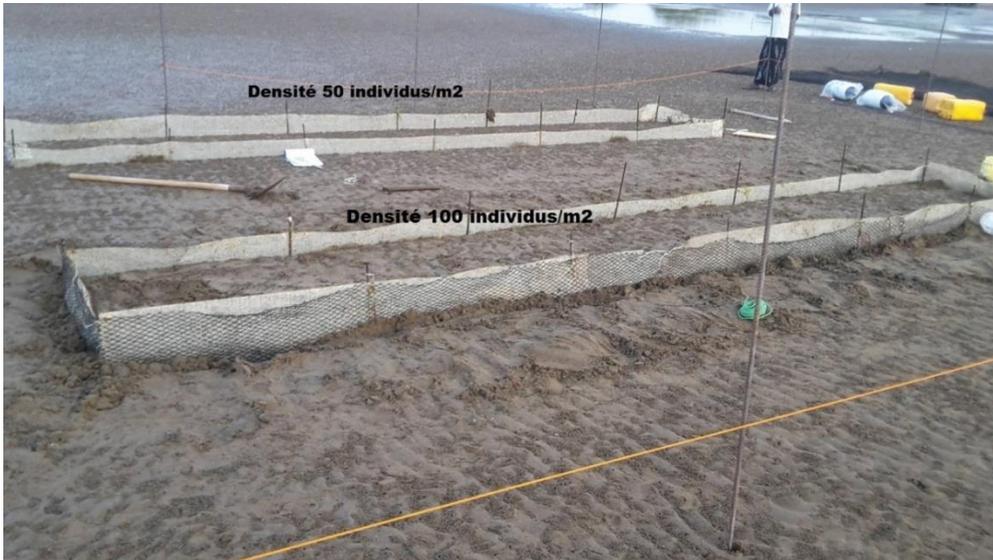


Figure 2 : Dispositif d'expérimentation sur le site de Douda

A Doua, deux bandes de densités différentes ont été installées : Une pour la densité de 100 individus/m² et l'autre pour la densité de 50 individus/m². A Obock, les bandes abritent une seule densité (50 individus/m²). La taille des palourdes semées sur chaque bande a varié entre 15 et 35 mm ; comprenant des petites palourdes (15 et 25 mm) et les grandes palourdes (25 et 35 mm). En effet, les palourdes étant vulnérables face à la prédation en milieu naturel, il est préférable de les introduire dans le milieu à une taille déjà élevée, entre 12 et 14 mm (Turolla, 2008).

Sur chaque bande de parcelle, les palourdes ont été semées à la densité de 50 individus/m² et 100 individus/ m² respectivement sur la première et seconde parcelle. Selon Mazouni, (1999) et Les besoins des palourdes et les caractéristiques trophiques étant peu connus, il est préférable de se limiter à des densités proches de celles observées de manière naturelle comprises entre 3 et 100 individus/m². En effet, des densités très élevées pourraient engendrer de la compétition trophique (Turolla, 2008).



Figure 3: A : bande de parcelle avec des palourdes semées à la densité de 50 individus/m²
B : bande de parcelle avec des palourdes semées à la densité de 100 individus/m²

Collecte des données

Pour évaluer la vitesse de croissance ainsi que l'effet de la densité sur la croissance des palourdes, des mesures successives d'individus choisis de façon aléatoire ont été effectuées tous les 15 jours. Sur chaque parcelle, 10 palourdes choisies au hasard ont été mesurées. La taille de la coquille a été mesurée avec un pied à coulisse (Figure 4). Les spécimens ont été ensuite pesés à l'aide d'une balance. Au total, 40 spécimens de la palourde ont été mesurés à chaque passage.

La température ambiante a été enregistrée à chaque passage sur les sites d'expérimentation. Elle est analysée en relation avec la croissance des spécimens de palourde mis en élevage. Lors des prises de données, les individus morts dans les élevages à cause de l'intrusion des crabes sont éliminés de l'expérimentation.

Traitement des données

L'influence de la densité sur la croissance de la population d'*Amiantis umbonella* a été étudiée. Parmi les différentes équations utilisées pour la description des courbes de croissance des mollusques, la fonction de croissance de Von Bertalanffy offre le meilleur ajustement de la croissance des bivalves (Lévêque, 1971). L'équation de croissance est la suivante (von Bertalanffy, 1938) :

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

Où Lt = taille de l'animal au temps t.

L_{∞} = valeur de Lt quand le taux d'accroissement est nul.

K = constante caractéristique de la croissance, elle indique la vitesse à laquelle la taille se rapproche de L_{∞} .

t = âge (exprimé en jours, mois, années, etc.).

t_0 = temps hypothétique auquel l'animal aurait eu la taille 0.

La longueur ou taille infinie L_{∞} qui est déterminée par l'intersection de la droite d'ajustement avec l'axe des ordonnées (L en mm), correspond à un taux d'accroissement nul. Cette valeur de L_{∞} n'a aucune signification biologique. C'est une simple estimation de la taille théorique maximale moyenne à partir des données d'observation (Knight, 1968). Les paramètres de croissance (K et L_{∞}) de von Bertalanffy ont été estimés par la méthode de Ford-Walford (Walford, 1946). Ainsi, la longueur (L_{t+1}) à l'âge t_{+1} (en mois) est construite en fonction de la longueur (Lt) à l'âge t. L'équation de la droite de meilleur ajustement de la régression est de la forme : $Y = \alpha + \beta x$ où β est la pente et α est le point d'intersection de la ligne du meilleur ajustement sur l'axe des ordonnées y. L_{∞} est donnée par la formule : $L_{\infty} = [\alpha / (1-\beta)]$.

La vitesse de croissance K est calculée comme étant le logarithme naturel de l'inverse de la pente selon la formule (Gulland, 1969) : $K = \ln(1 / \beta)$

Par ailleurs, le taux moyen de croissance (GR) ou taux d'accroissement a été estimé selon la formule :

$$GR : (X_{t+1} - X_t) / D$$

Où X_{t+1} est la longueur moyenne de la coquille (mm) à la fin du mois en cours, X_t est la longueur de la coquille au mois précédent et D est le nombre de jours entre deux observations consécutives (Paterson et al., 2003). La croissance moyenne a été estimée pour évaluer l'influence des variables environnementales sur la croissance mensuelle de deux lots de palourde.

Enfin, le taux de croissance spécifique (TCS), qui est l'augmentation journalière **en poids** d'une espèce, a été estimé. Cet indice de croissance est utilisé en aquaculture pour estimer la production de poisson ou autres espèces aquacoles après une certaine période : (poids à la récolte - poids à la mise en élevage) / la période de production x 100. Le taux de croissance spécifique (TCS) exprimé en % par jour :

$$TCs = 100 (\ln Pmf - \ln Pmi) / D$$

Avec : Pmf = Poids moyen final (g)

Pmi = Poids moyen initial (g)

D = Durée de l'élevage en Jours

Les analyses statistiques ont été réalisées avec la version 6 du logiciel Statistica. Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour analyser les variations du taux de croissance des palourdes. Le test de corrélation de rang de Spearman, basé sur les moyennes mensuelles, a été utilisé pour évaluer l'influence de la température sur le taux de croissance des palourdes.

Résultats

Les données concernant la croissance des mollusques à Djibouti sont quasi inexistantes. Cette étude fournit les premières données sur la croissance des palourdes dans cette région du monde.

Température ambiante sur les sites d'expérimentations

Les valeurs de la température ambiante ont été enregistrées toutes les 2 semaines de mars à août 2018. La température a varié de 29,1°C (mars 2018) à 35,8°C (août 2018) où la valeur maximale a été enregistrée.

Malgré les fluctuations mensuelles significatives de la température du milieu ($p < 0,05$), aucun effet significatif n'a été noté sur le taux de croissance des palourdes mises en élevage ($P > 0,05$).

Tailles moyennes et taux d'accroissements en fonction des mois

Les variations des tailles moyennes et du taux de croissance des palourdes en fonction des mois sur la station de Doua aux densités de 50 et 100 individus/m² ont été illustrées respectivement sur les figures 5 et 6. Les variations de la taille moyenne dans les deux lots sont contrastées.

Elevage de palourde sur le site de Doua à la densité de 50 individus/m²

A Doua, la taille moyenne des palourdes élevées à la densité de 50 individus/m² a connu une hausse sensible atteignant une valeur de 40 mm sur les six mois (mars-août). L'évolution du taux d'accroissement, montre une phase de diminution en mars 2018 suivie d'une période de latence de mi-avril à mi-mai de 2018. Puis, on observe une diminution progressive jusqu'au mois d'août (Figure 5).

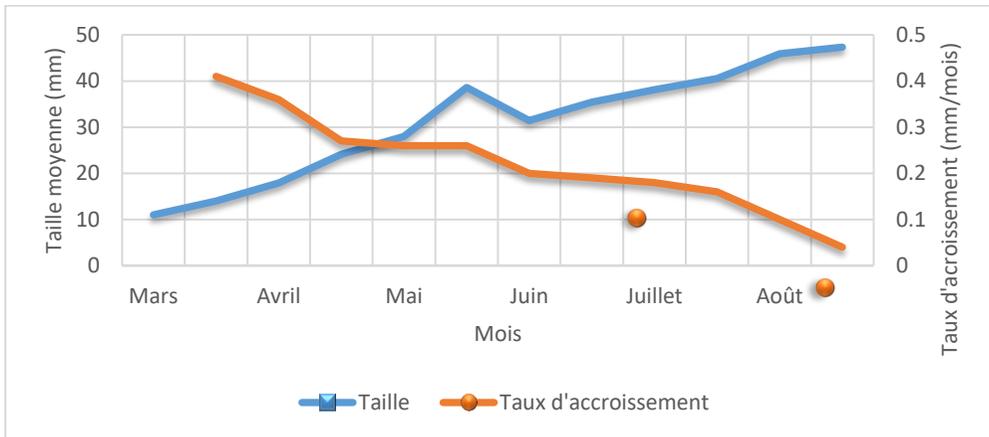


Figure 5 : Evolution bimensuelle de la taille moyenne et du taux d'accroissement des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* élevés à Doua de mars à août 2018 à la densité de 50 individus/m²

Elevage de palourde à Doua à la densité de 100 individus/m²

A Doua, à la densité de 100 individus/m², l'augmentation de la taille moyenne était restreinte à 30 mm sur la même période (mars- août 2018). Le taux d'accroissement diminue de mi-mars à mi-mai avec une tendance similaire à celui avec la densité de 50 individus/m² à Doua, mais avec la phase de latence plus réduite. Cette phase ne dure qu'un mois (mi-mai à mi-juin). Puis, elle diminue progressivement jusqu'en août 2018 (Figure 6).

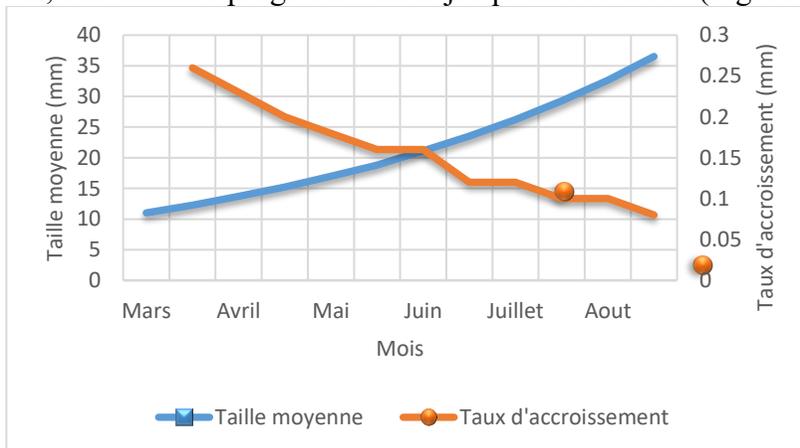


Figure 6 : Evolution bimensuelle de la taille moyenne et du taux d'accroissement des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* élevés à Doua de mars à août 2018 à la densité de 100 individus/m²

Elevage des palourdes à Obock à la densité de 50 individus/m²

A Obock, la taille moyenne des palourdes élevées à la densité de 50 individus/m² a connu une hausse sur toute la période de l'expérimentation. Par contre, on observe une baisse du taux d'accroissement de mars à mi-avril. Mais à la différence des essais de Doua, la phase de latence débute

plus tôt et dure de mi-avril à mi-mai. Elle a une durée quasi identique à celle du site de Douda et s'étend sur un mois (Figure 7).

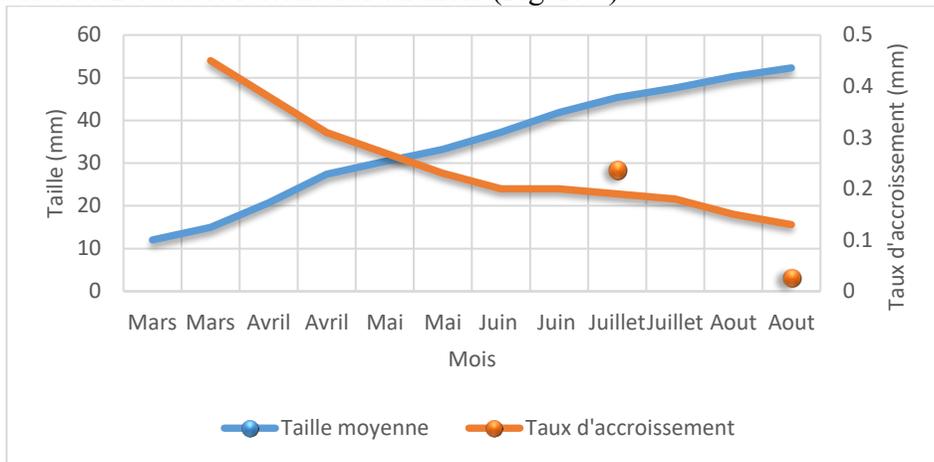


Figure 7 : Evolution bimensuelle de la taille moyenne et du taux d'accroissement des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* élevés à Obock de mars à août 2018 à la densité de 50 individus/m²

Paramètres de croissance des palourdes estimés avec l'Equation de Von Bertalanffy

Les spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* ont été mis en élevage à deux densités à Douda (100 individus/m² et 50 individus/m² considéré comme standard) et à Obock.

Les paramètres de croissance globale (K et L_∞) ont été estimés pour l'ensemble des palourdes mises en élevage les sites de Douda et Obock à différentes densités (Tableau 1).

Tableau 1 : Paramètres de croissance des palourdes estimés avec l'équation de Von Bertalanffy sur les sites d'expérimentation de Douda et Obock à différentes densités

Paramètres de croissance	Douda		Obock
Densité	100 individus/m ²	50 individus/m ²	50 individus/m ²
Equation et R ²	y = 0,8977x + 5,1092 (R ² = 0,9138) n=120	y = 0,8783x + 7,4253 (R ² = 0,9706) n=120	y = 0,8606x + 8,4029 (R ² = 0,982)
L _∞ en mm	49,9 mm	61 mm	63 mm
K en mois ⁻¹	0,11 mois ⁻¹	0,13 mois ⁻¹	0,15 mois ⁻¹

Élevage des palourdes à Douda à la densité de 100 individus/m²

A Douda, le taux de croissance a évolué de la première semaine jusqu'à la 24^e semaine (Figure 8). Il semble se stabiliser tout en tendant vers la limite (L_∞ = 49,9 mm). La taille commerciale, estimée à 40 mm, est obtenue au bout de 14 semaines (3 mois et demi).

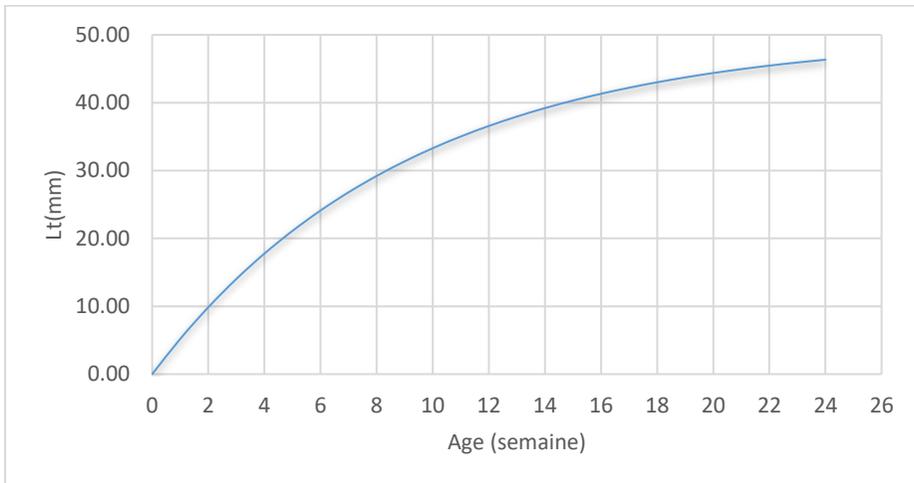


Figure 8 : Modélisation de la croissance linéaire des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* mis en élevage à Douda à la densité de 100 individus/m² de mars à aout 2018 par l'équation de von Bertalanffy; courbe de variations de la taille (mm) en fonction de l'âge (mois)

Élevage des palourdes à Douda à la densité de 50 individus/m²

A Douda et à la densité de 50 individus/m², la courbe de croissance évolue de la première semaine jusqu'à la 24^e semaine. Il semble se stabiliser tout en tendant vers la longueur infinie qui est de 61 mm. Dans cette expérience, la taille commerciale, qui est de 40 mm, est obtenue au bout de 8 semaines (soit 2 mois) (Figure 8).

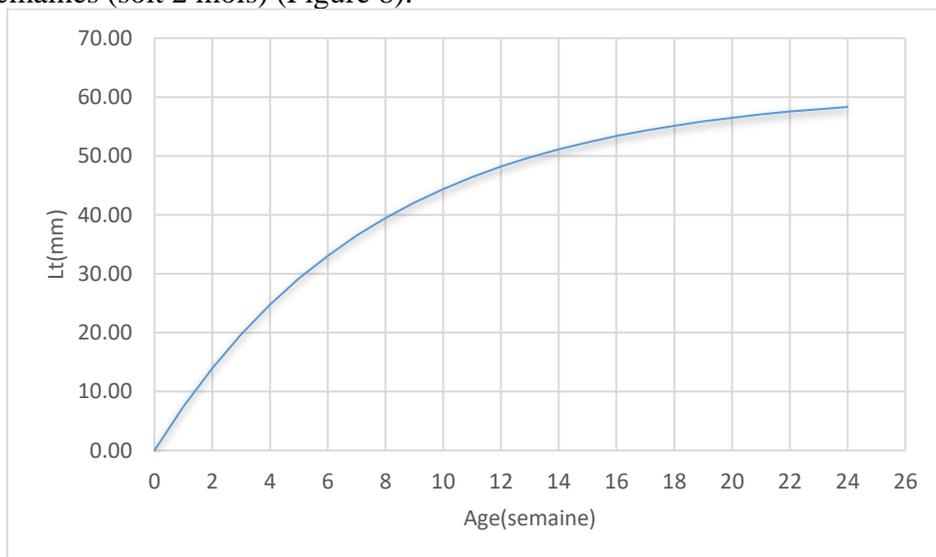


Figure 9 : Modélisation de la croissance linéaire des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* mis en élevage à Douda à la densité de 50 individus/m² de mars à aout 2018 par l'équation de von Bertalanffy; courbe de variations de la taille (mm) en fonction de l'âge (mois)

Site d'expérimentation de Obock

A Obock, la courbe de croissance évolue de la première semaine jusqu'à la 24^e semaine. Il semble se stabiliser tout en tendant vers la longueur infinie estimée à 63 mm. Les palourdes élevées à la densité de 50 individus/m² à Obock ont atteint la taille commerciale (40 mm) au bout de 7 à 8 semaines (environ 2 mois) (Figure 10).

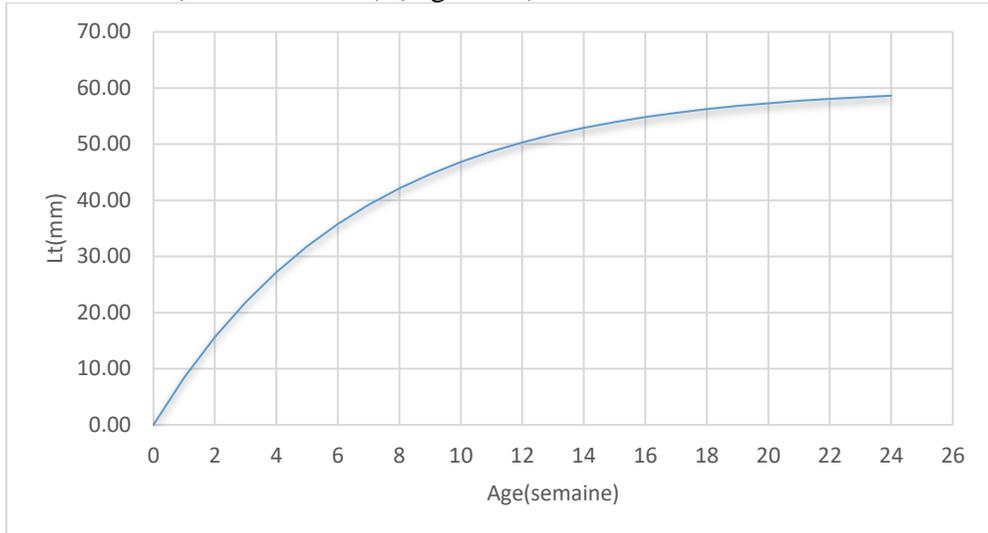


Figure 10 : Modélisation de la croissance linéaire des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* mis en élevage à Obock à la densité de 50 individus/m² de mars à août 2018 par l'équation de von Bertalanffy; courbe de variations de la taille (mm) en fonction de l'âge (mois)

Taux de croissance spécifique

Les taux de croissance spécifique des spécimens de palourdes élevés à la densité de 100 individus/m² (Douda) et à la densité de 50 individus/m² (Obock) présentent la même allure avec des valeurs de TCS (%) décroissantes de 1,5 à 1 (Figure 11).

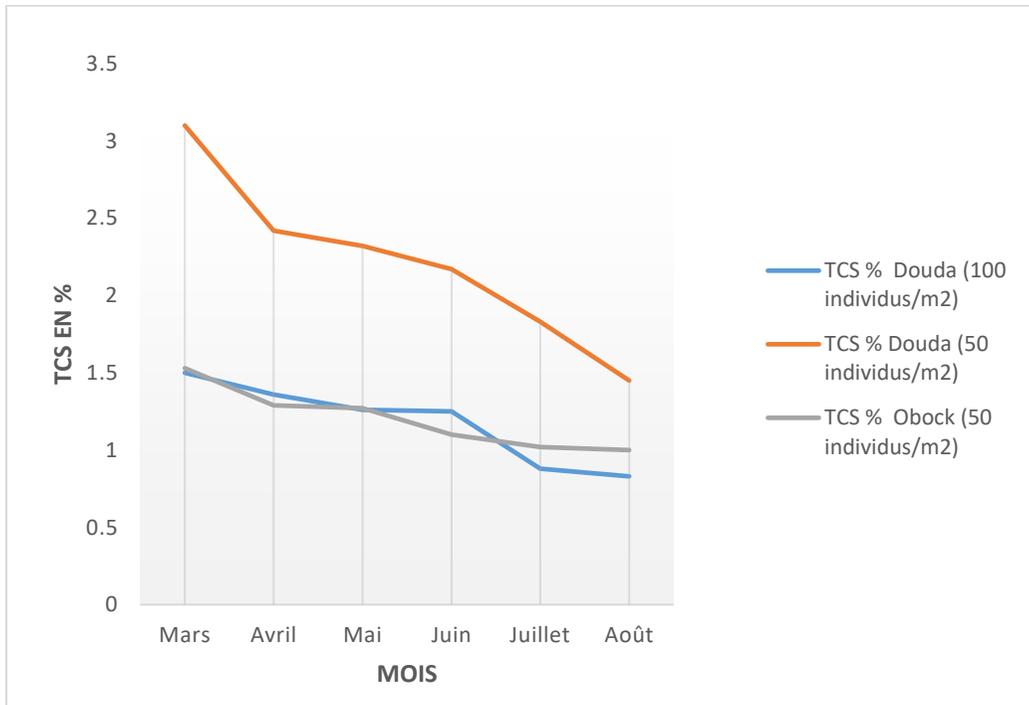


Figure 11 : Evolution des taux de croissance spécifique des palourdes élevées à différentes densités dans les stations de Doua et Obock

Par contre, la courbe de croissance des individus élevés à la densité de 50 individus/m² sur le site de Doua présente une diminution avec des valeurs de TSC (%) comprise entre 3 et 1,5. Cette allure se distingue significativement des deux autres courbes. La taille des juvéniles mis en élevage à Doua (50 individus/m²) expliquerait cette différence.

Discussion

L'étude des paramètres de croissance a pour but de fournir des informations utiles sur la dynamique des bivalves et leur potentiel de culture (Hastie *et al.*, 2000; Adjei-Boateng *et al.*, 2012, Akélé, 2015). Les taux de croissance (ou vitesses de croissance) permettent la détermination du temps nécessaire aux individus pour atteindre une certaine taille commercialisable (Urban, 2000).

Variables environnementales et taux d'accroissement

Les conditions environnementales, notamment la température et la disponibilité en aliment, constituent les principaux facteurs affectant la croissance des mollusques bivalves (Baud et Bacher, 1990; Sobralet Widdows, 2000; Pérez Camacho *et al.*, 2003).

Dans cette étude, les températures moyennes enregistrées sur les deux sites sont identiques. Durant les mois de mars et avril (saison froide), la

croissance de la palourde se poursuit dans les différents sites et pour les différentes densités testées. Par conséquent, les basses températures enregistrées 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. Des taux de croissance maximum (0,04 mm pour la croissance en longueur) sont observés vers la fin de la saison froide (mars-avril) lorsque la température oscille entre 29 °C et 29,4 °C. Cette période est caractérisée par une forte production primaire, correspondante à un bloom phytoplanctonique, 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. Lorsque la différence de croissance est attribuée à la densité de mise en charge, la compétition intra-spécifique 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 les conditions estivales des sites de Doua et Obock, la température journalière moyenne de l'eau est supérieure à 28 °C avec un maximum de 35,8 °C. Notons que ce maximum est enregistré durant le mois d'août 2018. Le fort ensoleillement couplé aux faibles profondeurs des sites peut expliquer cette valeur élevée de la température. Cette élévation de la température aurait aussi une influence indirecte dans le ralentissement, voire l'arrêt de la croissance chez la palourde. En effet, selon les travaux de Trigui-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 diminution du taux de croissance durant la période de libération des gamètes est aussi signalée par Breber (1985).

L'étude de 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 la palourde *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 réserve. 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 (Camacho et *al.*, 2003).

L'activité de filtration de la palourde dépend de la température de l'eau. L'optimum de filtration est atteint à 23°C et l'activité s'arrête en dessous de 6°C, à partir de là, la palourde survit en consommant ses réserves ce qui ralentit fortement la croissance (Gallois, 1973).

Taux de croissances journaliers (GR)

Les études qui tendent à évaluer la possibilité de réalisation d'opérations d'aquaculture avec des mollusques bivalves sont nombreuses. Cependant, la diversité des paramètres employés pour estimer la croissance des bivalves rend les comparaisons parfois délicates entre les différents travaux. Parmi ces paramètres, on peut citer le poids vivant (Latrouite et Perodou, 1979), le poids frais de la chair, le poids sec, la teneur en protéines exprimée en atomes d'azote (Langton et *al.*, 1973) ou le poids de carbone en milligrammes (Tenore et *al.*, 1973). Le paramètre présentant le meilleur compromis entre la variabilité, la fiabilité et la facilité de détermination est certainement le poids sec. Malheureusement, celui-ci n'a pu être retenu dans le cadre de cette étude.

Latrouite et Perodou (1979) ont évalué la croissance de *R philippinarum* et *R. decussatus* sur le littoral morbihannais, en tenant compte de l'influence de la mortalité et de la densité. Selon ces auteurs, les meilleurs résultats sont obtenus pour la densité la plus faible (150 individus/m²). Cependant, un ralentissement de la croissance de ces deux espèces a été observé lorsque la biomasse atteint 1,5 kg/m. Le paramètre utilisé pour exprimer ces biomasses est le poids total des individus vivants. Sur une période de six mois, la palourde européenne est susceptible de voir son poids initial multiplié par un coefficient allant de 3,7 à 8, selon les densités et les sites étudiés, tandis que ce chiffre varie entre 4 et 11,4 pour la palourde japonaise. L'un des facteurs les plus importants pouvant influencer sur la vitesse de croissance des organismes, est certainement la température.

Les taux de croissance journaliers présentent une allure semblable dans les deux sites. On observe une baisse générale sur toute la période d'essais traduisant un ralentissement de la croissance probablement pour des raisons trophiques (Gallois, 1973; Devic, 2010).

Paramètres de croissance, âge à la taille commerciale et potentiel d'élevage

La croissance des palourdes a été évaluée à l'aide du modèle particulier de croissance de Von Bertalanffy et l'indice du taux de croissance

(Akélé, 2015). Toutefois, la validité des paramètres de croissance estimés pour l'huître reste essentiellement limitée à la gamme de tailles des spécimens considérés (Lévêque et Pointier, 1976).

Taille commerciale

En milieu naturel, il faut déjà 5 ans pour obtenir des palourdes européennes *Ruditapes* de taille commerciale 40mm (Maitre-Allain, 1983). La croissance de la palourde européenne est soutenue et les individus atteignent la taille commerciale de 35mm en environ 3,5-4 années que ce soit en lagunes méditerranéennes (Maitre-Allain, 1983) ou sur la façade atlantique (Arnal & Pato, 1978). Elle est sensiblement plus lente que celle de la palourde japonaise qui atteint les 35mm en seulement 2,5-3 années (Maitre-Allain, 1983).

Au Ghana, la palourde d'eau douce *G. paradoxa* a enregistré une taille marchande (5 cm) en 4 ans avec un coefficient de croissance de von Bertalanffy K variant entre 0,14 et 0,17 par an (Adjei-Boateng et Wilson, 2013).

En aquaculture, les taux de croissance (ou vitesses de croissance) permettent la détermination du temps nécessaire aux individus pour atteindre une certaine taille commercialisable (Urban, 2000). En général, la taille minimale commercialisable correspond à la taille de première maturité sexuelle de l'espèce (Angell, 1986). La palourde tropicale d'eau douce *Galatea paradoxa* atteint des tailles plus grandes (93 – 105,7 mm) avec des valeurs de K comprises entre 0,18-0,36 par an en élevage. Ce qui traduit une croissance plus lente (Moses, 1990 ; King et al. 1992; Adjei-Boateng et Wilson, 2012).

Une recherche documentaire sur les paramètres de croissance et de production pour la palourde *Amiantis umbonella* a montré que les informations disponibles sont limitées. La croissance annuelle ou taux de croissance d'*A. umbonella* est similaire à celle de *Venus verrucosa* (Veneridae) dans l'Adriatique (Arneri et al., 1998). Mais *A. umbonella* atteint une taille maximale plus grande. Dans la même zone d'étude en Iran, *Solen dactylus* (Von Cosel, 1989) a montré un taux de croissance annuel similaire à celui de *A. umbonella* (Saeedi et al., 1989). Ceci suggère que le lieu géographique et les conditions climatiques en plus de la disponibilité des nutriments dans cette zone sont des facteurs importants dans la croissance. Le taux de croissance le plus faible a été trouvé chez *Hiatella arctica* au Groenland (Sejr et al., 2002). Les différences sont susceptibles d'être liées aux latitudes et à la disposition génétique (Sejr et al., 2002).

Dans les conditions naturelles du Brésil, Olivier et Barbosa (1955) ont montré que la taille moyenne d'une population de *B. glabrata* avait augmenté de 10,0 à 14,5 mm en trois semaines.

Sur les sites de cette étude, les K sont différentes les unes des autres (0,11mm/mois pour le site testant la densité, 0,13 mm/mois pour le site de Douda et 0,15 mm/mois pour le site d'Obock). Malgré cela, à la densité de 50 individus/m² sur les sites d'Obock et Douda, la taille commerciale est obtenue à peu près au même moment (7 à 8 semaines) alors qu'il faut le double du temps (14 semaines) pour qu'on obtienne la même taille sur le site de Douda où la densité est de 100 individus/m². Ainsi, les spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* élevés à une plus faible densité (50 individus/m²) croissent plus vite et atteignent plus tôt la taille commerciale. En conséquence, les densités de semis influencent le rythme de croissance des palourdes. En effet, la limitation trophique occasionnée par les surdensités est très forte y compris dans des conditions de croissance favorable. D'un autre côté, l'étude Rharbi et al. (2000) au Maroc prouve que les semis moins denses sont recommandés pour une meilleure croissance. Par conséquent, la concurrence alimentaire induite par la densité peut influencer négativement la croissance de la palourde.

Conclusion

Les élevages expérimentaux des spécimens de la palourde *Amiantis umbonella* ont fourni des données de base sur les taux de croissance en taille et en poids du bivalve en fonction de la densité. La densité de semis et la température ont une influence marquée sur la croissance des palourdes élevées. Après une période d'ensemencement de 6 mois, les données collectées ont révélé que les spécimens de la palourde affichent un bon état de croissance et dépassent largement la taille de commercialisation requise (entre 3,5 à 45 cm selon les pays) au bout de 8 semaines. Les sites de Douda et de Obock semblent propices pour la promotion de la vénériculture à Djibouti.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet 'Promotion de l'élevage de palourdes et d'huîtres à Djibouti' qui avait une durée de 2 ans (2016-2018). Nous adressons nos sincères aux responsables du projet.

References:

1. Alunno-Bruscia, M., C. Vercelli, J.-M. Chabirand, J. Oheix et Buestel D. 2001. Influence de la densité d'élevage sur la croissance et la qualité de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans l'étang de Thau. Laboratoire Conchylicole de Méditerranée, IFREMER.
2. Arneri E., Giannetti G. and Antolini B. 1998. Age determination and growth of *Venus verrucosa* (Bivalvia: Veneridae) in the southern Adriatic and the Aegean Sea. Fisheries Research 38, 193–198.

3. Beninger 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.
4. Blin. 2009. Impact des densités par poche et des niveaux bathymétriques d'élevage sur la survie des juvéniles d'huître *Crassostrea gigas* au cours des mortalités estivales. p.7
5. Bonfil, R. 2004. Field Identification Guide to the sharks and rays of the Red Sea and Gulf of Aden.
6. Breber P. 1985. On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.): Two years' experience in Venice lagoon. *Aquaculture* 44, 51-56.
7. Buestel D. et al., 2011. Qualité des huîtres creuses *Crassostrea gigas* élevées dans le bassin de Thau et influence de la densité d'élevage sur la qualité : Recommandations pour l'élaboration d'un schéma des structures des élevages de mollusques du bassin de Thau. Convention de recherche IFREMER / Région Languedoc Roussillon / Union Européenne· PESCO / Section Régionale Conchylicole de Méditerranée.
8. Cesari, P. et Pellizzato M. 1990. Biology of *Tapes Philippinarum*, p 21-46. In: *Tapes Philippinarum: Biologia e Sperimentazione*. Regione Veneto, Ente di Sviluppo Agricolo, Venice: 299 pp. (text in Italian and English)
9. Coulombel A. Coquillages de Djibouti. Edisud. France. 1994. p.14
10. 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.
11. Fabioux C. 2004. Origine et développement des cellules germinales chez l'huître *Crassostrea gigas* : intérêt pour le contrôle de la reproduction en éclosérie. *Reproductive Biology*. Université de Bretagne occidentale - Brest. French.
12. FAO, 2005. Rapport d'aquastat de Djibouti, disponible sur http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/DJI/.
13. FAO, 2006. Eclosérie de bivalves, Un manuel pratique, p. 164. Disponible sur <http://www.fao.org/3/y5720f/y5720f00.htm>
14. FAO. Eclosérie de bivalves. Un manuel pratique [en ligne]. Disponible sur : <http://www.fao.org/.HTM> (consulté en Août 2018).
15. Ford, S.E. 2001. Pests, parasites, diseases and defense mechanisms of the hard clam, *Mercenaria mercenaria*. In: *Biology of the Hard*

- Clam, J.N. Kraeuter and M. Castagna (eds). Elsevier. Devel. Aquaculture Fish. Sci. 31: 591-628
16. Gosling, E. 2002. Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books. Blackwell Publishing, UK: 443 pp.
 17. Gouletquer P. 1989. Etude des facteurs environnementaux intervenant sur la production de la palourde japonaise d'élevage *Ruditapes philippinarum*. Th. Doct : Université de Bretagne Occidentale, Faculté des sciences. Brest, 347 p.
 18. 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. Greenland). Marine Ecology Progress Series 244, 163–169.
 19. 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
 20. Jassim A., Al-Khayat and Mohammed. S. Al-MohannadiI, 2006. Ecology and Biology of the benthic bivalve *Amiantis umbonella* (Lamarck) in khor Al-Adaid, QATAR. Egyptian journal of aquatic Research. Vol. 32 No. 1, 2006: 419-430.
 21. Klumpp DW, Bayne BL, Hawkins AJS. 1992. Nutrition of the giant clam *Tridacnagigas* (L.) I. Contribution of filter feeding and photosynthesis to respiration and growth. *J Exp Mar Bio Ecol.*; 155: 101-122.
 22. Künzel T, Darar A et Vakily JM.1996. Composition, biomasses et possibilités d'exploitation des ressources halieutiques djiboutiennes — Tome 1 — Analyse. Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique, Direction de l'Elevage et des Pêches, République de Djibouti, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). ix + 63 p.
 23. Lamarck C. 1818. 'Histoire naturelle des Animaux sans Vertèbres', Tome V, page 42.
 24. Langton R.w., Winter J.E., Roels O.A. 1977. The effects of ration size on the growth and growth efficiency of the bivalve mollusc *Tapes aponica*. *Aquaculture*, 12 283-292.
 25. Latrouite D., Claude S. 1981. Observations sur le cycle complet d'élevage de palourdes et de clams en surélévation. 1981. Document IFREMER.
 26. Latrouite D., Perodou D. 1979. Bilan des essais d'élevage de la palourde sur le littoral morbihannais Rapport ISTPM, La Trinité-sur-Mer, 39 p.
 27. Lavaud. S. 2014. Etude de faisabilité technico-économique d'un soutien de la filière de la pêche à la palourde palourde (*Ruditapes*

- decussatus* L.) en Languedoc-Roussillon par du réensemencement : mise à jour des données économiques de la filière et proposition d'un protocole de réensemencement. Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysagepp58.
28. Le Bec C. 1990. L'huître creuse *Crassostrea gigas* en Bretagne, Etude Pilote en 1989 pour l'élaboration d'un réseau de données en Biochimie, Croissance, Mortalité et Pathologie de l'Huître Creuse sur huit sites conchylicoles bretons., IFREMER, RIDRV90.54 RA. 60 p.
 29. Lévêque C. 1971. 'Equation de Bertalanffy et croissance des mollusques benthiques du lac Tchad.' Cahiers ORSTOM, sérieHydmbiologie, 5, 263-283.
 30. Lévêque C. 1975. Study of the growth of *Biomphalariaglabrata* (Say) and other Planorbidae in Guadeloupe (West Indies) ; Annals of Tropical Medicine and Parasitology, Vol. 70, No. 2,
 31. Liu B., Dong B., Tang B., Zhang T. and Xiang J. 2006. Effect of stocking density on growth, settlement and survival of clam larvae, *Meretrixmeretrix*. Aquaculture 258, 344-349.
 32. 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.
 33. Minguez X.1997. Suivi de croissance d'une génération d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dans le cadre du programme « Genephys 1996-2000 ». Université de POITIERS, MAÎTRISE « Biologie des Populations et des Ecosystèmes »
 34. Ministère de l'Agriculture, de L'Eau, de la Pêche, de l'Élevage et des Ressources Halieutiques (MAEPE-RH). 2016. Diagnostic participatif des organisations professionnelles et associations impliquées dans la pêche.
 35. Olivier L., & Barbosa F., S. (1955). 'Seasonal studies on *Australorbisglubrutus* Say from two localities in Eastern Pernambuco, Brazil.' PublicagoesAvulsas do InstitutoAggeuMagalhaes, 4, 70-103.
 36. Patterson, K. J., M. J. Schrieder, and K. D. Zimmerman. 2003. Anthropogenic effects on seston quality and quantity and the growth and survival of Sydney rock oysters (*Saccostrea glomerata*) in two estuaries in NSW, Australia. Aquaculture, 221407-426.
 37. Pérez Camacho A., Delgado M., Fernández-Reiriz M.J. and Labarta U., 2003. Energy balance, gonad development and biochemical composition in the clam *Ruditapesdecussatus*. Mar. Ecol. Pro. Ser. 258, 133-145.

38. Pimentel D. 1957. 'Life history of *Australorbis glabrata*, the intermediate snail host of *Schistosoma mansoni* in Puerto Rico.' Ecology, 38, 576-580.
39. Produit de la mer, "spécial huître et moules", septembre 1999, p. 9
40. Richardson, C.A., Crisp, D.J. and Runham, N.W. 1980, Factors influencing shell growth in *Cerastoderma edule*. J. Mar. Bio. Assoc. U. K., 201: 513-531.
41. Robert et Parra, 1991. Étude expérimentale de la prédation de la palourde japonaise, *Ruditapes philippinarum*., par la dorade royale, *Sparus aurata*, et le baliste, *Balistes capriscus*. Institut de Biologie Marine, Arcachon, France.
42. Ruppert E. E. et Barnes R. D., 1996. Invertebrate Zoology. Saunders College Publishing, London. 1056 pp.
43. Saeedi H., Raad P., Ardalan S.A., Kamrani E. and Kiabi H.B. (in press) Growth and reproduction of *Solenostoma* (Von Cosel, 1989) (Bivalvia: Solenidae) on northern coast of the Persian Gulf (Iran).
44. Seed, R. 1969, The ecology of *Mytilus edulis* (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. II. Growth and mortality, Oecologia, 3: 277-316.
45. Sejr K.M., Sand K.M., Jensen T., Peterson K.P., Christensen B.P. and Rysgaard S. 2002. Growth and production of *Hiattella arctica* (Bivalvia) in a high-Arctic fjord (Young Sound, northeast
46. 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.
47. Souguez M. 2016. Sampling strategy and management recommendation for *Spanish mackerel* and other important Fish stocks in Djibouti,
48. Sturrock, R. F. & Sturrock, B. M. 1972. 'The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria glabrata* (Say), intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St Lucia, West Indies.' Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 66, 385-390.
49. Tenore K.R., Goldman J.C., Clamer J.-P. 1973. The food chain dynamics of the oyster, clam and mussel in an aquaculture food chain. J. exp. mar. Biol. Ecol. 12 (2) 157-166.
50. 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.
51. Turolla, E. 2008. La venericoltura in Italia. En A. Lovatelli, A. Farias e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la

- FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 177–188.
52. 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.
53. Van Wynsberge S. and al. 2017. Growth, Survival and Reproduction of the Giant Clam *Tridacna maxima* (Rørding 1798, Bivalvia) in Two Contrasting Lagoons in French Polynesia. P.5
54. Von Bertalanffy L. 1938. A Quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10, 2, pp. 181-213.
55. Walford, L.A. 1946. 'A new graphic method of describing the growth of animals.' *Biological Bulletin*, 90, 141-147.