

LA PECHERIE DE LA MENDOLE *SPICARA MAENA* DANS LA REGION NORD DE LA TUNISIE : DYNAMIQUE ET ETAT D'EXPLOITATION

Sami MILI^{(1)*}, R.ENNOURI⁽¹⁾, W. KHOUFI⁽²⁾, D. TROUDI^(1,3) et B. GUESMI⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Unité de recherche : Exploitation des milieux aquatiques, Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP 15, 7080 Menzel Jemil, Tunisie.

⁽²⁾ Faculté des Sciences de Gafsa, Sidi Ahmed Zarroug, 2112 Gafsa, Tunisie.

⁽³⁾ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28, rue 2 mars 1934 Salammbô, 2025 Tunis, Tunisie.

⁽⁴⁾ Faculté des Sciences de Bizerte, Zarzouna, 7021 Bizerte, Tunisie.

* sami.mili.ispa@gmail.com

ملخص

ديناميكية وتقييم مخزون سمك الشاوري بالمياه الشمالية التونسية : يتطلب الاستغلال الامثل للثروات البحرية الحصول على كل المعطيات البيولوجية الخاصة بها وكذلك تقييم مخازينها. مكنت البيانات التي تم جمعها عن سمك الشاوري المتأاتي من الصيد الساحلي بشمال المياه التونسية من دراسة الجوانب الديناميكية لهذا النوع من الاسماك. يشير تحليل الكميات المنزلة أن سمك الشاوري متوفر بكثرة بالمياه الشمالية وخاصة بمنطقة بنزرت.

تظهر الاحجام المصطادة بنية ديمغرافية احادية بمتوسط طول يعادل (16.25 ± 1.07) سم هذا مع هيمنة الذكور على الاناث من حيث العدد. تظهر العلاقة بين الطول والوزن علاقة سلبية $(b=2.652)$ لكلا الجنسين. كما أظهرت دراسة الحجم عن النضج الجنسي الاول (L_{50}) لكلى الجنسين ان بلوغ هذا النوع من الأسماك في حدود 13.22 سم.

أظهرت النماذج التحليلية أن الوفيات الناتجة عن الصيد تستهدف الجزء البالغ من المخزون بمعدل استغلال يقدر ب 0.7. هذا وقد مكنت هذه الدراسة من استنتاج ان مخزون الشاوري بالمياه الشمالية للبلاد التونسية (بنزرت) غير مستغل بشكل كاف ويمكن الزيادة في مجهود الصيد الموجه لهذا النوع من الاسماك.

الكلمات المفتاح: الشاوري، النضج الجنسي، الصيد، استغلال، مخزون، شمال تونس.

RESUME

Une exploitation rationnelle d'une espèce demande d'une part d'acquérir les paramètres biologiques ; d'autre part elle nécessite la connaissance des paramètres d'évaluation de stock. Les données recueillies sur *Spicara maena*, provenant de la pêche côtière en 2018 dans le nord de la Tunisie (Bizerte) ont permis de décrire les aspects bio-dynamiques de cette espèce. L'analyse des débarquements indique que la mendole *S. maena* est une espèce commune au nord de la Tunisie particulièrement dans la région de Bizerte. Les tailles des captures montrent une structure uni-modale avec une moyenne de $16,25 \pm 1,07$ cm. L'évolution de la sex-ratio en fonction des tailles montre un passage de la dominance des femelles en faveur de celle des mâles. La sex-ratio globale est de 77%. La relation taille-masse affiche une allométrie minorante $(b=2,652)$ chez les mendoles et une absence de différence entre les deux sexes. L'estimation de la taille de maturité sexuelle (L_{50}) , réalisée moyennant deux méthodes, a montré que la maturité chez la mendole (sexes confondus) est atteinte à 13,22 cm. Le profil de mortalité par pêche montre que l'exploitation cible principalement la fraction adulte de l'espèce avec un taux de 0,7. L'analyse des rendements par recrue a montré que le stock de mendoles dans la région nord de la Tunisie est en état de sous-exploitation.

Mots clés : *Spicara maena*, maturité sexuelle, exploitation, stock, nord de Tunisie.

ABSTRACT

***Spicara Maena* Fishery in a Tunisian Northern Region: Exploitation Status and Dynamics :** The rational exploitation of species requires good knowledge of their biological parameters and that of stock assessment. The data collected on *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) from the coastal fishery in 2018 in a northern Tunisian region (Bizerte) allowed the description of this species' bio-dynamic aspects. The analysis of the landings indicates that the blotched picarel is a common species in the north of Tunisia particularly in the area of Bizerte. The sizes of the catches show a uni-modal structure with an average of 16.25 ± 1.07 cm. The evolution of the sex-ratio in relation to size shows a shift in the dominance of females in favor of males. The overall sex-ratio is 77%. The size-mass relationship shows a minor allometry $(b=2.652)$ with no difference between the two sexes. The estimation of the size of sexual maturity (L_{50}) , carried out by two methods, showed that maturity for this species (combined sexes) is reached at 13.22 cm. The fishing mortality profile shows that the exploitation mainly targets the adult fraction of the species with a rate of 0.7. The analysis of the yields per recruit showed that the blotched picarel stock in the northern region of Tunisia is under-exploited.

Key words: *Spicara maena*, sexual maturity, exploitation, stock, north of Tunisia.

INTRODUCTION

En Méditerranée, l'activité de la pêche est devenue très intense et la surexploitation des ressources halieutiques y est prononcée (Jackson *et al.*, 2002 ; Leonart, 2011 ; Leonart, 2015). A l'instar des autres régions méditerranéennes, certaines régions côtières tunisiennes sont le siège d'une surexploitation des ressources halieutiques (Anonyme, 2016). Ceci peut être expliqué par la croissance accrue de la demande des produits de la pêche suite à la pression démographique, par le nombre croissant des populations poussant les professionnels de la pêche à augmenter l'effort de pêche et le volume des captures, et par la prolifération de certains arts traînants. En effet, les études d'évaluation des ressources halieutiques et les synthèses les plus récentes relatives aux potentiels exploitables, déterminées à partir des campagnes de prospection ou de modélisations mathématiques, ont montré que la plupart des pêcheries démersales tunisiennes sont soit en phase de pleine exploitation soit en phase de surexploitation (Anonyme, 2016). La surexploitation semble être moins marquée dans la région nord (Anonyme, 2016) et les stocks halieutiques sont très abondants dans cette région. Cependant, il convient d'être vigilant pour déceler tous les signes de modifications de l'état de ces ressources qui peut amener à un état de surexploitation et même à un effondrement du potentiel halieutique. Plusieurs pêcheries qu'on peut qualifier d'artisanales persistent encore en Tunisie, nous citons à titre d'exemple, les pêcheries de poulpe à Kerkennah, les pêcheries de l'athérine ou « chirkaw » à Monastir et la pêcherie à la mendole « chawri » dans la région de Bizerte.

La mendole ou *Spicara maena* (Linnaeus, 1758), appartient à la famille des Centranchidae. Cette dernière longtemps appelée Manidae est représentée au niveau de la Méditerranée par deux genres : le genre *Spicara* et le genre *Centranchus* et par quatre espèces à savoir : *Spicara maena* (Linnaeus, 1758), *Spicara smaris* (Linnaeus, 1758), *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) et *Centranchus cirrus* (Rafinesque, 1810) (Minos *et al.*, 2013).

La mendole *Spicara maena* est largement répandue en Méditerranée et en Mer Noire. Elle est présente aussi tout le long des côtes européennes et africaines de l'Atlantique (du Portugal au Maroc et aux alentours des îles Canaries (Fisher *et al.*, 1987)). Selon Hattour *et al.* (2004), cette espèce est présente dans la région est de la Tunisie et surtout au niveau de la zone nord notamment dans le golfe de Tunis et surtout dans la région de Bizerte. La mendole *S. maena* constitue une composante assez intéressante de la pêcherie du nord de la Tunisie et elle fait partie des espèces du rejet du chalut benthique (Zarrad *et al.*, 2000). Cette espèce côtière (Hattour, 2000) présente un caractère semi pélagique et benthique

(Alili et Harchouche, 2013). Cette espèce est reconnue par sa production importante dans la région septentrionale de la Tunisie et par sa valeur marchande abordable ainsi que par les traditions culinaires de sa consommation essentiellement dans la région de Bizerte qui se manifeste par le « Festival du chawri » à Metline (Bizerte).

Le genre du *Spicara* a été toujours étudié en Méditerranée (Zei, 1941 ; Lozano Cabo, 1953 ; Pollard et Pichot, 1972 ; Tortonese, 1975 ; Hattour *et al.*, 1985). De nos jours, ce genre a fait l'objet de plusieurs recherches (Vidalis et Tsimenidis, 1996 ; Harchouche, 2006 ; Zlatanov et Laskaridis, 2007 ; Koched *et al.*, 2011 ; Minos *et al.*, 2013 ; Dalouche *et al.*, 2019). En ce qui concerne la mendole, plusieurs aspects relatifs à la biologie et à l'écologie de cette espèce ont été étudiés (Dulčić *et al.*, 2000 ; Altinagac *et al.*, 2009 ; Soykan *et al.*, 2010 ; Alili et Harchouche, 2013 ; Minos *et al.*, 2013 ; Karachle *et al.*, 2014 ; Saygili *et al.*, 2016 ; Dalouche *et al.*, 2019 ; Cengiz, 2019). Cette espèce a été exploitée depuis longtemps en Tunisie (Ben Mustapha, 1966 ; Lubet et Azouz, 1969 ; Ben Othman, 1971 ; Ktari, Chakroun et Azouz, 1971 ; Azouz, 1974 ; Azouz et Ben Othman, 1975 ; Gharbi, 1978) et elle a fait l'objet de plusieurs études (Hattour, 2000 ; Zarrad *et al.*, 2000 ; Ibrahima, 2002 ; Hattour *et al.*, 2004 ; Hachani, 2005 ; Guesmi, 2019). Cependant, les études portant sur son potentiel exploitable sont rares voir absentes malgré la chute spectaculaire de ces débarquements au cours des deux dernières décennies. Selon la liste rouge de l'IUCN, la mendole ne bénéficie d'aucune mesure de conservation spécifique (Pollard *et al.*, 2014), pourtant cette espèce a connu des variations annuelles avec une faible chute de ces débarquements ces dernières années en Méditerranée (FishStat_J «3.02.0» version). Les études consacrées à la biologie et à l'évolution des stocks de cette espèce dans la région nord de la Tunisie restent fragmentaires et très sommaires. Cet état nécessite une attention particulière dans l'objectif d'appliquer un scénario d'aménagement propre à cette ressource halieutique moyennant l'évaluation de son état d'exploitation.

Dans ce contexte, l'aménagement de la pêcherie de la mendole dans la région de Bizerte devient une priorité imminente pour éviter la surexploitation de cette espèce. Afin de mieux comprendre les causes de la diminution des débarquements de *S. maena* et dans un but de déterminer les potentialités de sa production et de proposer des schémas d'exploitation rationnelle et durable, nous avons entrepris cette étude dont l'objectif principal est d'élucider les principaux aspects liés à la dynamique et à l'état du stock de cette espèce au niveau des côtes de Bizerte.

MATERIEL ET METHODES

1. Echantillonnage

En Tunisie, la mendole est exploitée par deux types de pêche (pêche côtière et pêche au chalut benthique). L'échantillonnage du matériel biologique (*Spicara maena*) a été réalisé avec une fréquence mensuelle durant les six mois d'abondance de cette espèce (de février jusqu'à août 2018) au niveau des sites de débarquements appartenant à la délégation de Bizerte à savoir : Zarzouna, Ghar El Melh, Raf Raf et Cap Zebib (Fig. 1). L'échantillonnage des structures démographiques des captures a été réalisé d'une façon aléatoire simple au niveau des barques côtières, dont les apports sont débarqués et vendus sans tri. Les

statistiques relatives aux débarquements de la pêche hauturière sont collectées auprès de la Direction Générale des Pêches et d'Aquaculture (DGPA, 2018). L'analyse de la base de données de la FAO (FishStat_J «3.02.0») et des statistiques de pêche collectées auprès de la DGPA nous ont permis de décrire l'évolution des débarquements du genre de picarel en Méditerranée et de la mendole en Tunisie. Les structures en taille des captures ont été utilisées aussi bien pour l'estimation de la taille à la première maturité sexuelle, des mortalités par pêche (F) et de l'abondance (N) ainsi que pour le calcul des rendements par recrue (Y/R)

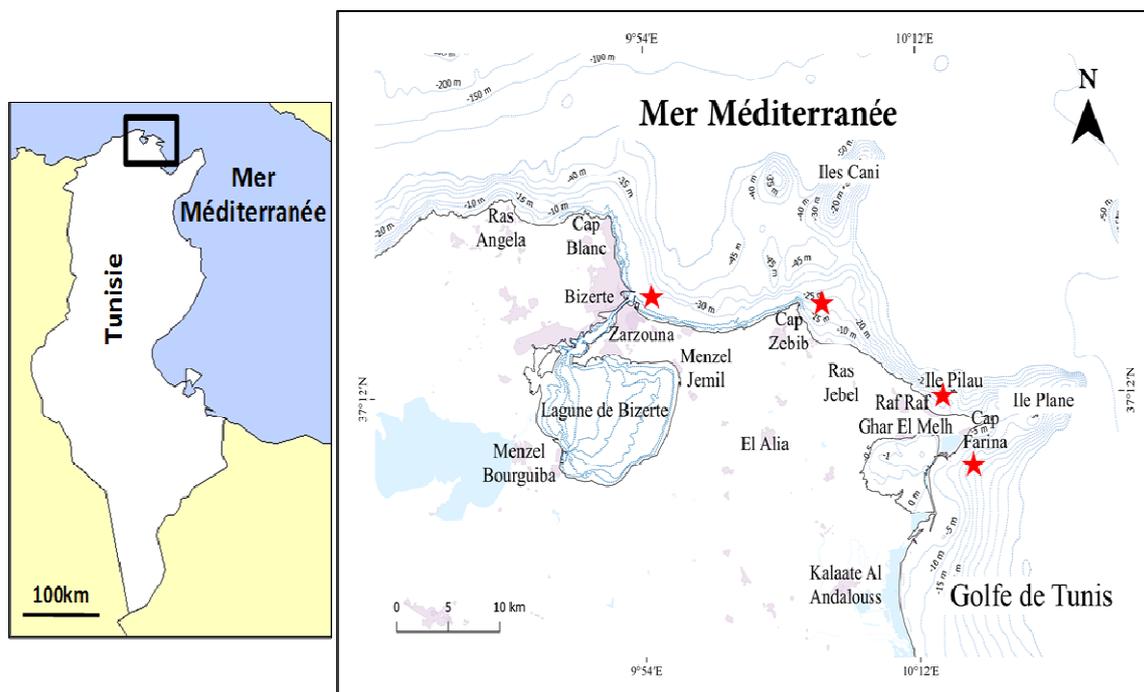


Figure 1. Zone d'échantillonnage de la mendole *Spicara maena* au niveau des côtes nord de la Tunisie (Bizerte).

2. Estimation des paramètres biologiques

Pour chaque spécimen de poisson, nous avons prélevé les mensurations suivantes : longueur totale (LT), longueur à la fourche (LF) et longueur standard (LS). Une fois les mensurations ont été prises, on procède aux différentes pesées à savoir masse totale (PT) et la masse éviscéré (PE). Les pesées ont été effectuées avec une balance de précision de 0,01 g. Durant la dissection, les gonades ont été prélevées, le sexe identifié et la détermination macroscopique du stade de maturité sexuelle a été réalisée en se basant sur une échelle de référence de maturité sexuelle (Gaamour, 1999).

La sex-ratio (SR) est obtenue en divisant le nombre des mâles par le nombre total des individus échantillonnés (mâles et femelles). Ce ratio donne

une idée sur l'équilibre des sexes à l'intérieur de la population (Kartas et Quinard, 1984).

La relation entre la longueur et la masse du poisson est décrite par l'équation de suivante $W = aL^b$ (Gaamour, 1999). Cette relation de type puissance peut être linéariser sous la forme : $\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$. La transformation en coordonnées logarithmiques a pour effet d'homogénéiser les variables, de stabiliser les variances et de normaliser les distributions. Suivant les valeurs de "b" nous parlons d'isométrie ou d'allométrie positive ou négative. Il s'agit d'une isométrie si $b = 3$. Dans les autres cas où $b \neq 3$, nous parlons d'allométrie minorante ou majorante selon que "b" est inférieur ou supérieur à 3, respectivement. La signification de la régression a été vérifiée par le test t de Student au seuil d'erreur 5% (Mili et al., 2008). La comparaison

des pentes entre les relations taille/masse selon le sexe a été testée par une analyse de variance (ANOVA).

Dans le présent travail, les relations PT-LT et LS-LT des spécimens de mendole adultes et juvéniles ont été établies pour les femelles, pour les mâles et pour les deux sexes confondus. Une ANCOVA a été utilisée pour distinguer les juvéniles des adultes en se référant aux caractères morphologiques pour les mâles, les femelles et les deux sexes confondus.

La détermination des stades macroscopiques de maturité sexuelle, nous a permis d'estimer la taille de première maturité sexuelle (L_{50}). Cette taille a été estimée en utilisant la méthode analytique ; basée sur un modèle de la régression logistique (Hunter *et al.*, 1992 ; Roa *et al.*, 1999) : $Pr=1/(1+e^{-a(LT-L_{50})})$, avec, Pr est la proportion des individus matures pour une taille LT, a est la pente de la régression logistique et L_{50} est la taille pour laquelle 50 % des individus sont matures au cours de la période de reproduction.

La distinction entre juvéniles et adultes, nous a permis de déterminer L_{50} à partir des données morphologiques à savoir la longueur totale et la longueur standard. L'estimation de L_{50} par ces deux méthodes (morphologique et physiologique) a été testée statistiquement en se référant au test Kruskal-Wallis, ce qui nous a permis d'estimer la taille de maturité sexuelle de la mendole.

3. Dynamique d'exploitation

Dans le présent travail nous avons appliqué les modèles analytiques et plus particulièrement l'analyse de pseudo-cohorte pour l'évaluation des stocks de la mendole *Spicara maena* des côtes nord tunisiennes.

Ces modèles, actuellement assez utilisés pour la gestion des stocks benthiques méditerranéens, offrent une meilleure compréhension des pêcheries interactives et multi-spécifiques (Jarboui, 2004).

Par ailleurs, les échantillons de mendole collectés lors de cette étude ont été utilisés pour la préparation de la base de données des structures en taille. Cette dernière a été réalisée en extrapolant la production totale correspondante et ce en utilisant la relation taille-masse total et en appliquant la règle de proportionnalité entre la masse de l'échantillon par rapport à celui des captures totales débarquées.

Pour le traitement des données, nous avons utilisé le logiciel ANALEN, conçu par Chevallier et Laurec (1990), permettant de réaliser une analyse de pseudo-cohorte selon la technique de Jones (1983). Le choix de ce logiciel, ayant comme particularité l'estimation des coefficients de mortalité par pêche et la possibilité de prévoir la production en fonction de différents régimes d'exploitation, nous a permis de tester plusieurs scénarios d'exploitation.

L'analyse avec le logiciel ANALEN nécessite un certain nombre de paramètres d'entrée pour l'analyse de pseudo-cohorte à savoir les paramètres de croissance (K , L_{∞} , t_0 , a , et b), les paramètres de reproduction, le coefficient de mortalité naturelle (M) dont la valeur utilisée est calculée à partir de deux méthodes (Pauly, 1980 ; Taylor, 1959) en l'occurrence : la borne inférieure du groupe terminal (LI+) et le coefficient de mortalité par pêche du groupe terminal (FI+) (Tableau I). Les paramètres de croissance exploitée pour l'évaluation des stocks ont été obtenus lors d'une étude préliminaire antérieure (Mili *et al.*, 2019).

Tableau I : Résumé des paramètres d'entrée pour ANALEN

	Paramètres	Valeur
Paramètres de croissance K , L_{∞} et t_0 a et b	K (an^{-1})	0,25
	L_{∞} (cm)	19,2
	t_0 (an)	-1,39
	a ,	0,037
	b	2,652
Paramètre de reproduction	L_{25}	12,43
	L_{50}	13,22
	L_{75}	14,01
	$L_{75} - L_{25}$	1,58
Coefficient de mortalité naturelle	M (an^{-1}) (Pauly, 1980)	0,74
	M (an^{-1}) (Taylor, 1959)	0,35
	M (an^{-1}) moyenne	0,55
Borne inférieure du groupe terminal	LI (cm)	17
Coefficient de mortalité par pêche du groupe terminal	FI (an^{-1})	1,5

Les modifications appliquées au régime d'exploitation ont touché seulement l'effort de pêche. Les simulations ont montré l'impact de ces

modifications sur la production de la mendole à long terme. Les modifications de l'effort de pêche sont réalisées à partir du produit entre le coefficient de

mortalité par pêche et une constante (multiplicateur des F). Ce dernier est fixé à la valeur de 0 jusqu'à la valeur 2, au total 21 simulations ont été réalisées.

L'estimation du coefficient de mortalité par pêche nous a permis d'estimer le taux d'exploitation terminale en se référant à la formule de Mesnil (1980) : $E = F / (F + M)$, avec, E : Taux d'exploitation, F : Coefficient de mortalité par pêche et M : Coefficient de mortalité naturelle.

Le modèle analytique utilisé dans cette étude présente l'avantage de prévoir la production en fonction de différents régimes d'exploitation. Selon Laurec et Le Guen (1981), le régime d'exploitation caractérise qualitativement et quantitativement la flotte de pêche et son activité. En effet, il est défini par l'effort de pêche et la sélectivité des engins de pêche. Dans notre cas, la simulation des différents régimes a permis d'étudier le rendement par recrue à long terme pour la mendole exploitée dans la région nord de la Tunisie (Bizerte) et ce en envisageant des scénarios de changement d'effort de pêche.

Le traitement des données biologiques et l'analyse statistique ont été réalisés en utilisant le software « Statistica 8.0 » et le logiciel R (<http://www.r-project.org/>).

RESULTATS

1. Analyse de la pêche

Le genre picarel est anciennement exploité en Méditerranée principalement par les pêcheurs grecs, italiens et turcs, depuis les années 50. En Tunisie, les débarquements des picarels ont dépassé les 14% de la production méditerranéenne au cours des années 90. Par la suite, nous avons constaté une diminution significative des débarquements à l'échelle nationale avec un pourcentage inférieur à 5 % de la production régionale (Fig. 2). Durant les 27 dernières années, la production tunisienne en mendole représentait entre 5 et 40 % des débarquements du genre picarel (Fig. 2).

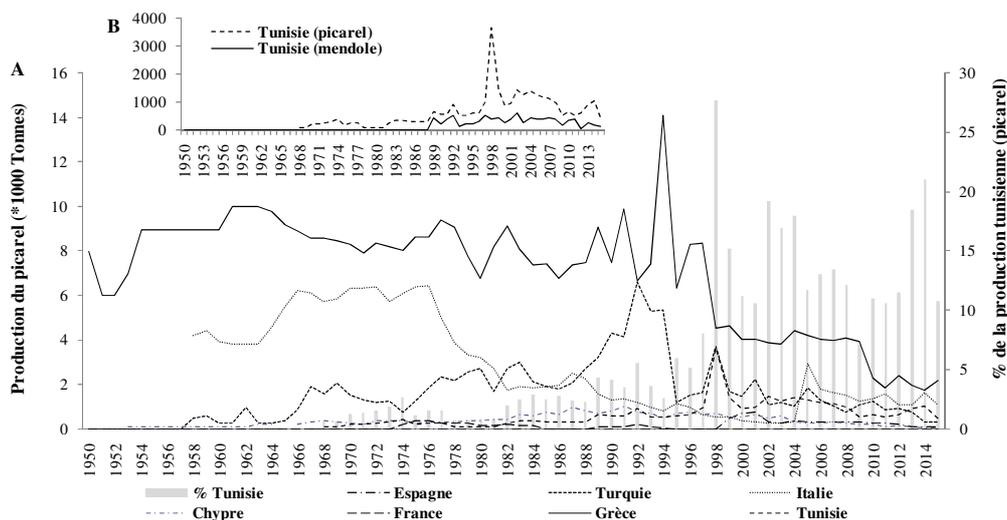


Figure 2. Evolution de la production du genre picarel. A : en Méditerranée ; B : en Tunisie.

La gestion durable d'une pêcherie repose essentiellement sur la rationalisation des moyens de production en particulier les techniques et les engins de pêche mis en œuvre pour son exploitation (Jabeur, 1999). Deux types de pêches ciblant la mendole sont utilisés dans la région nord de la Tunisie, à savoir, la pêche hauturière et la pêche côtière. L'analyse de la production nationale annuelle par type de pêche montre que les quantités de mendoles produites par la pêche côtière sont les plus importantes (95% de la production nationale totale en mendole) en les comparant aux débarquements des autres métiers (Fig. 3). Quant à la pêche côtière, les filets droits notamment les filets maillants sont les plus utilisés pour la pêche des mendoles. En Tunisie, la mendole *S. maena* est pêchée essentiellement au cours de la période allant de la fin du printemps jusqu'au début

de l'été (Fig. 3). Au cours de la dernière décennie (2008-2017) la production de cette espèce oscillait aux alentours de 24,33 tonnes avec un maxima de 38,25 tonnes en 2013 et un minima de 8,26 tonnes en 2012 (DGPA, 2018). La production de la mendole est dans l'ensemble assez importante avec une fluctuation interannuelle et régionale très marquée (Fig. 3).

L'analyse de la filière de pêche côtière a montré que la flottille de pêche ciblant la mendole a varié de 151 unités en 2008 à 122 en 2018 avec un maximum de 171 barques et ce en 1997 d'après Hachani (2005). Cette diminution de l'effort de pêche peut être due à la diminution des rendements et des prises par unité d'effort. Les débarquements de pêche se concentrent principalement à Bizerte (35%), suivi par Cap Zebib (24%) et Ghar Meleh (16%). Les zones de pêche de

cette espèce s'étendent de Beni Khiar (au Cap Bon) jusqu'à la Galite (Bizerte) avec une concentration remarquable au niveau des zones de Cap Zebib et de Rafrat dans la région de Bizerte. Les zones les plus productives présentent des profondeurs situées entre 20 et 35 m et surtout une richesse en posidonie (condition nécessaire pour la reproduction de cette espèce) (Soykhan *et al.*, 2010). Le nombre de jours de travail effectif pour toute la saison de pêche à la mendole oscillait entre 60 et 100 jours en mer selon les conditions météorologiques. Une seule opération de pêche est réalisée par jour avec un calage des filets maillants à l'aube et un relevage le jour même l'après-midi. Chaque unité de pêche dispose en

moyenne de 23 à 65 pièces de filets, en fil invisible, de maillage variant entre 24 et 28 mm.

La fouille minutieuse réalisée dans les annuaires des statistiques de pêche de la DGPA a montré que la production nationale en mendole a connu une moyenne de 363 tonnes/an au cours des années 90 puis un pic en 2002 avec 584 tonnes et depuis la production a régressé d'une façon spectaculaire. Cette chute pourrait être expliquée par l'impact des changements climatiques étant donné que cette espèce est très sensible aux variations des facteurs physicochimiques de l'eau, surtout en période de reproduction (Harchouche, 2006). Un changement des zones de concentrations de cette espèce est une hypothèse à ne pas exclure.

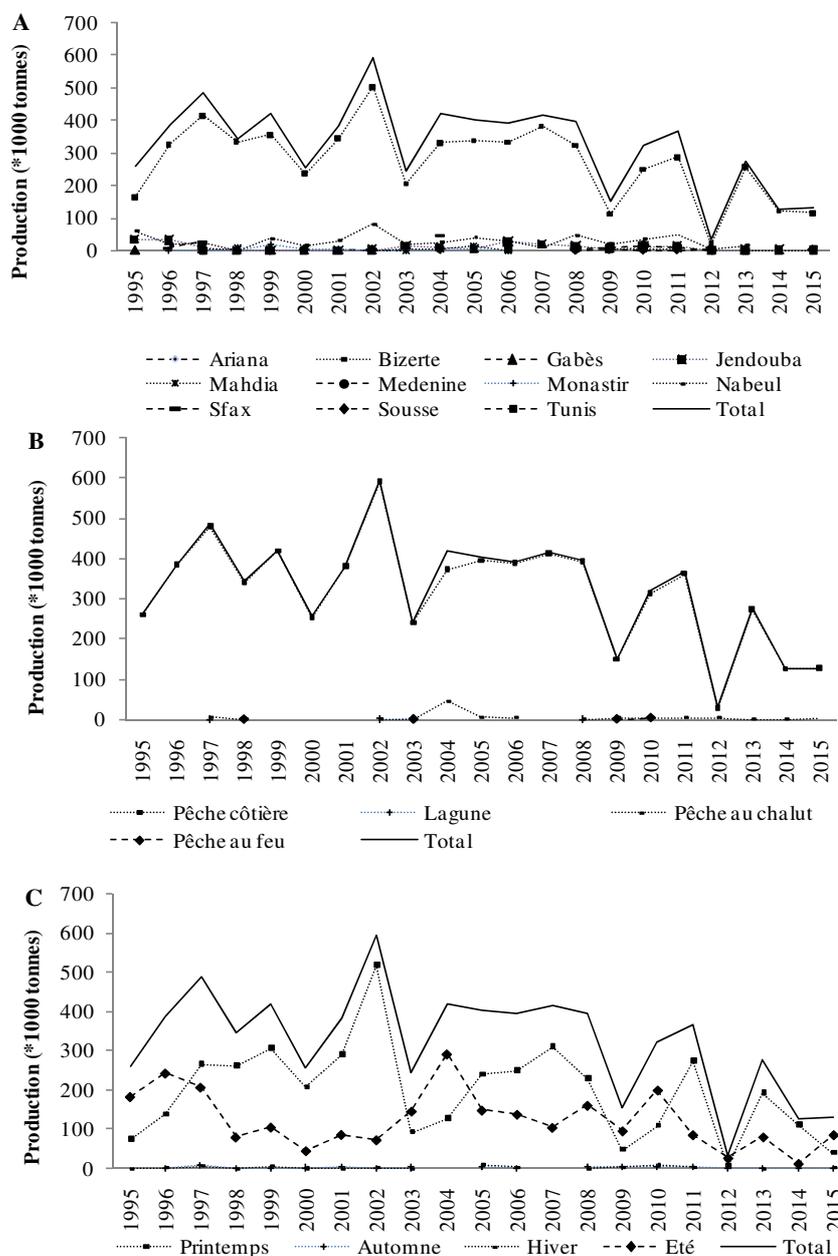


Figure 3. Evolution annuelle de la production de la mendole *Spicara maena* en Tunisie. A : Par région ; B : Par type de pêche ; C : Par saison.

2. Structure démographique et sex-ratio

Chez la mendole *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte), dont les tailles échantillonnées oscillent entre 12,5 et 18,5 cm, nous avons observé une structure de taille uni-modale (Fig. 4 B) avec une dominance des classes de tailles entre 14,5 et 18 cm et une moyenne de l'ordre de 16,25± 1,07 cm. La taille moyenne des mâles 16,29± 1,01 cm est

supérieure à celle des femelles 16,17 ± 1,12 cm. La masse total des mendoles échantillonnées (398 individus) s'étend entre 32,07 et 101,15 g (MT moyenne = 63,41± 13,45 g). Pour les femelles (149 individus) la masse totale moyenne est de l'ordre de 62,92g, alors qu'il est égal à 63,71 g chez les mâles (249 individus) (Tableau II).

Tableau II. Résumé de la structure en taille et en masse de *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte). LT Longueur Totale ; Masse Totale.

Sexe	Femelles	Mâles	Sexe confondu
Effectif	149	249	398
LT moyenne (cm)	16,17	16,29	16,25
LT min (cm)	12,50	13,00	12,50
LT max (cm)	18,50	18,50	18,50
MT moyen (g)	62,92	63,71	63,41
MT min (g)	32,07	32,60	32,07
MT max (g)	92,33	101,15	101,15

Notre échantillonnage de *Spicara maena* a porté sur la période comprise entre le mois de février et le mois d'août 2018. Au cours de cette période, nous avons échantillonné 405 individus dont 256 mâles et 149 femelles. La répartition des proportions de chaque sexe selon la taille est représentée au niveau de la figure 4. Les femelles sont plus nombreuses que les mâles pour la gamme des petites tailles de 12,5 à 14cm. Au-delà de cette gamme, les proportions des mâles deviennent plus importantes (Fig. 4). Globalement, le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles avec une variabilité en fonction de la taille (Fig. 4). L'évolution de la sex-ratio en fonction des tailles présente un passage de la

dominance des femelles à celle des mâles. Le rapport 1 :1 est atteint à une taille de l'ordre de 14,61 cm tandis que le stock global est largement dominé par des mâles (77 %), mais ceci ne nie pas la présence de quelques individus femelles pouvant atteindre des tailles importantes (18,5 cm) (Fig. 4). L'analyse de corrélation (Spearman) par rang entre la sex-ratio et la longueur totale moyenne est hautement significative ($p = 0,026 < 0,05$), ce qui suggère que la variation mensuelle de la longueur totale au cours de la période de l'étude n'est pas dû seulement à la croissance somatique mais plutôt à la variabilité mensuelle de la sex-ratio (Fig. 4)

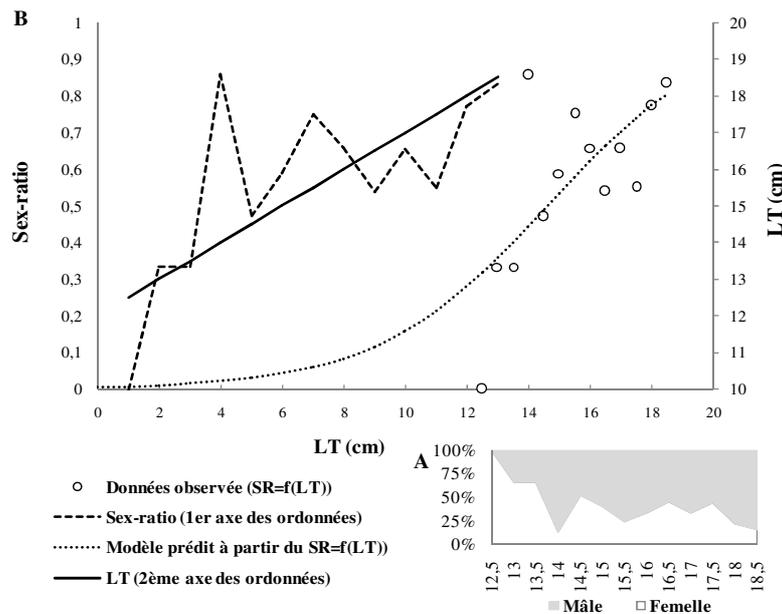


Figure 4. Variation de la sex-ratio en fonction de la taille chez *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte). **A** : Fréquence des sexes en fonction des tailles ; **B** : Evolution de la sex-ratio et la longueur totale et du modèle prédit. LT : Longueur Totale (cm) ; SR : Sex-Ratio.

3. Relation taille-masse

En ichtyologie, la relation entre la masse et la longueur du poisson est d'une grande importance. Elle répond à deux objectifs : la détermination de la masse des individus dont nous connaissons la taille ou inversement et la description des formes, de l'embonpoint et de ses variations au cours de la croissance. De plus, elle présente un intérêt capital dans les modèles d'exploitation pour déduire la

biomasse de la population. La variation des paramètres relatifs aux relations taille-masse chez *Spicara maena* (sexes combinés) ainsi que les types d'allométries sont résumés au niveau de la figure 5. Cette relation a montré que ces deux paramètres sont significativement corrélés avec un coefficient de détermination de l'ordre de 0,635. L'application du test-t, a montré la présence d'une allométrie minorante ($p = 0.0006$).

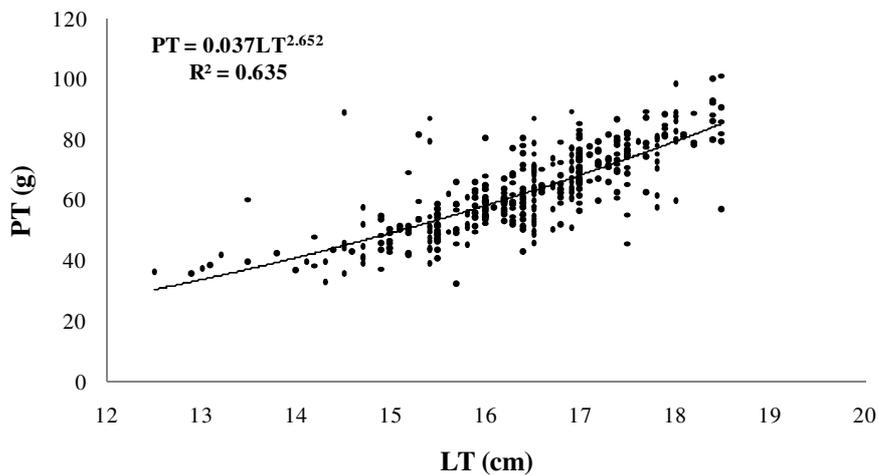


Figure 5. Relation taille-masse chez *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte).
LT : Longueur Totale (cm); MT: Masse Totale (g).

La longueur totale et le masse total chez les femelles et les mâles de la mendole de la région de Bizerte (Fig. 6) sont significativement corrélés ($R^2 = 0,612$ et

$R^2 = 0,653$). L'application du test-t, a montré que l'allométrie est minorante pour les femelles ($b = 2,563$) et pour les mâles ($b = 2,731$) (Tableau III).

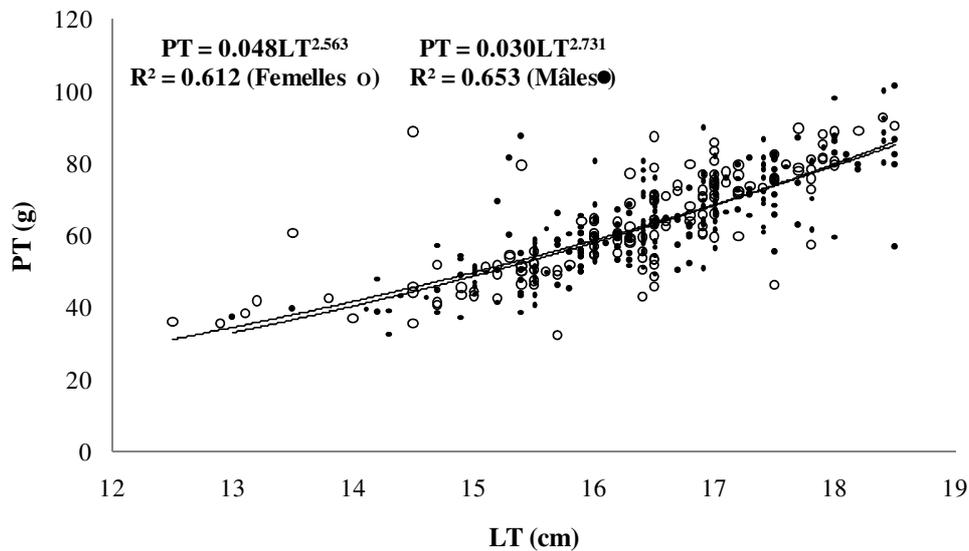


Figure 6. Relation entre la longueur totale et la masse totale chez les femelles et les mâles de la mendole de la région nord de la Tunisie (Bizerte). LT : Longueur totale ; MT : Masse totale.

Tableau III. Paramètres de la relation taille-masse chez les femelles et les mâles de la mendole de la région nord de la Tunisie (Bizerte). R² : coefficient de détermination ; p : la valeur de probabilité ; b : coefficient d'allométrie ; IC : intervalle de confiance.

	R ²	b	p	Allométrie	IC
Femelles	0,612	2,563	0,010	Minorante	[2,230 ; 2,896]
Mâles	0,653	2,731	0,034	Minorante	[2,482 ; 2,980]

L'ANOVA appliquée sur le modèle linéaire de la relation taille-masse après transformation logarithmique des données n'a pas montré de différence significative entre les deux sexes (F=0,679, p=0,410).

4. Relations morphométriques

Les relations morphométriques réalisées entre LT et LS ont permis de distinguer deux groupes de spécimens correspondant aux juvéniles et aux adultes de cette espèce aussi bien pour les femelles, les mâles et les deux sexes confondus (Fig. 7).

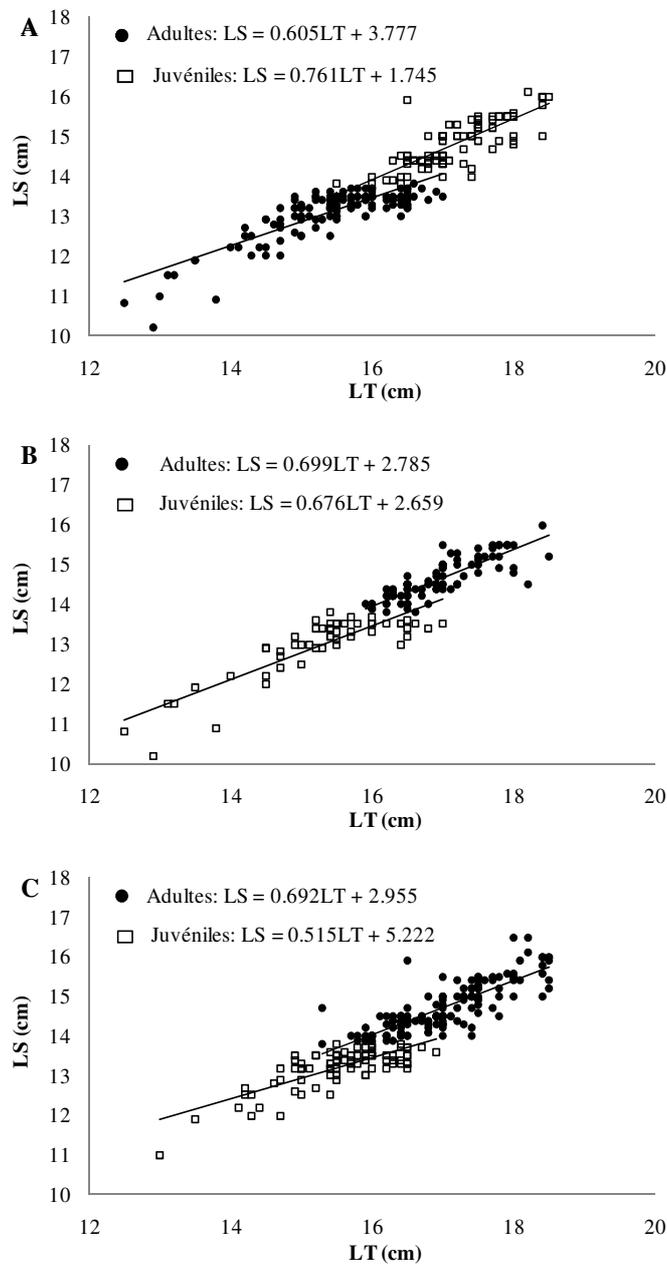


Figure 7. Relation entre la longueur totale et la longueur standard chez la mendole (juvéniles et les adultes) de la région nord de la Tunisie (Bizerte). (A): sexes confondus, (B) : femelles, (C) : mâles.

De plus, l'ANCOVA a montré que LT est significativement corrélée à LS et ce pour les sexes confondus ainsi que pour les mâles et les femelles séparément (Tableau IV).

Tableau IV. Résultat d'une ANCOVA appliquée aux régressions linéaires LS-LT. LT : Longueur Totale ; LS : Longueur Standard ; t : la valeur du test t ; Pr : probabilité.

Relations	Sexe	Etat	Estimation	Erreur standard	t	Pr(> t)
LS-LT	Sexe confondu	Adulte/juvénile	0.851	0.720	1.181	0.238
	Femelles	Adulte/juvénile	-0.126	1.186	-0.107	0.915
	Mâles	Adulte/juvénile	-0.126	1.186	-0.107	0.915

5. Taille de première maturité sexuelle

Les tailles de première maturité sexuelle (sexe confondu) estimées à partir de l'analyse morphologique et à partir des stades de maturité sexuelle sont respectivement de l'ordre de 15,88cm et

13,22cm (Fig. 8). La comparaison entre les régressions logistiques des L50, moyennant le test Kruskal-Wallis, a montré la présence d'une différence significative entre les valeurs estimées par les deux méthodes ($p = 0,240 > 0,05$).

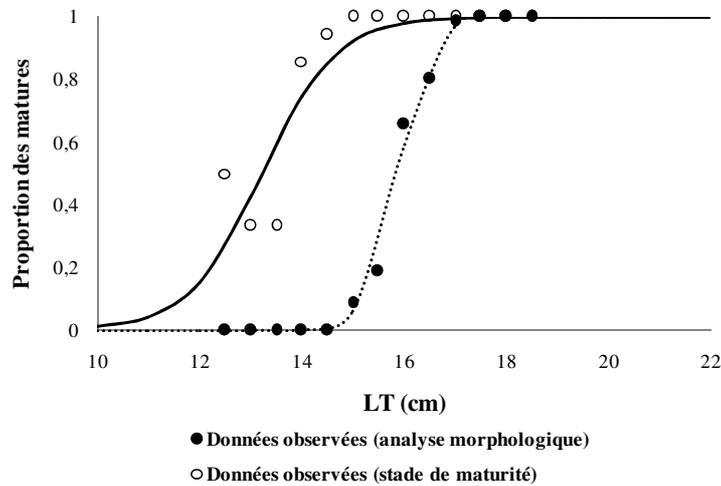


Figure 8. Estimation de L50 basée sur la maturité morphologique et les stades de maturité (sexe confondu) chez la mendole dans la région nord de la Tunisie (Bizerte). LT : Longueur Totale.

L'estimation de la taille de maturité sexuelle en se basant sur l'analyse morphologique a montré que L50 est de l'ordre de 16 cm pour les deux sexes (Fig. 9).

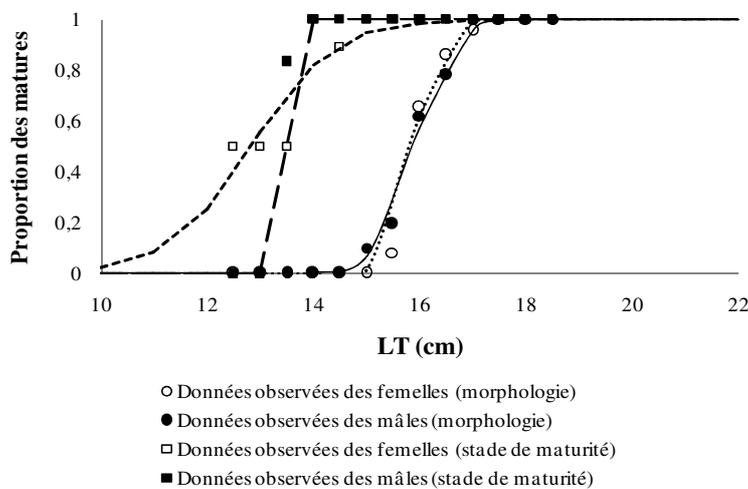


Figure 9. Estimation de L50 basée sur la maturité morphologique et les stades de maturité chez la mendole (mâles et femelles) de la région nord de la Tunisie (Bizerte). LT : Longueur Totale.

La comparaison entre ces régressions logistiques n'a pas montré de différence significative liée aux sexes ($p = 0,230 > 0,05$). Cependant, l'estimation de L50 à partir des stades de maturité a montré que cette taille est de l'ordre de 12,83 cm pour les femelles et de 13,43 cm pour les mâles. Statistiquement, ses deux estimations ne présentent pas de différence significative ($p = 1 > 0,05$).

La comparaison entre les méthodes utilisées pour l'estimation de L50 a montré la présence d'une différence significative entre les sexes ($p = 0,0016 < 0,05$) (Fig. 9). Pour la suite de l'étude, la moyenne des deux valeurs de L50 sera adoptée.

6. Dynamique de population

La structure en taille de la population de mendole dans la région de Bizerte a été calculée à partir d'un échantillonnage réalisé au cours de la période février-août ce qui correspond à la saison de pêche de cette espèce. Les individus échantillonnés proviennent en

totalité de la pêche côtière. Cette structure en taille présente une distribution unimodale étalée sur l'intervalle 12,5-18,5cm pour une moyenne de 16,25 cm. En outre, nous avons remarqué que la fraction juvénile est bien représentée au niveau des captures de ce métier (Fig. 10).

Après avoir testé plusieurs valeurs de F terminal, la valeur $1,5 \text{ an}^{-1}$ a été choisie pour le reste des calculs. Les variations du facteur mortalité par pêche (f) par classe de taille sont présentées au niveau de la figure 10. Le profil de mortalité par pêche chez *S. maena* dans la région de Bizerte présente des valeurs croissantes au niveau des classes de taille inférieures à 17 cm. Cette dernière correspond à la borne inférieure du groupe terminal choisi. Le profil de la mortalité par pêche, correspondant au métier de la pêche côtière (Fig. 10), affecte toutes les classes de taille (de 12,5 cm à 16,5 cm), avec un pic d'activité se focalisant principalement sur les individus âgés ($F = 1,52 \text{ an}^{-1}$).

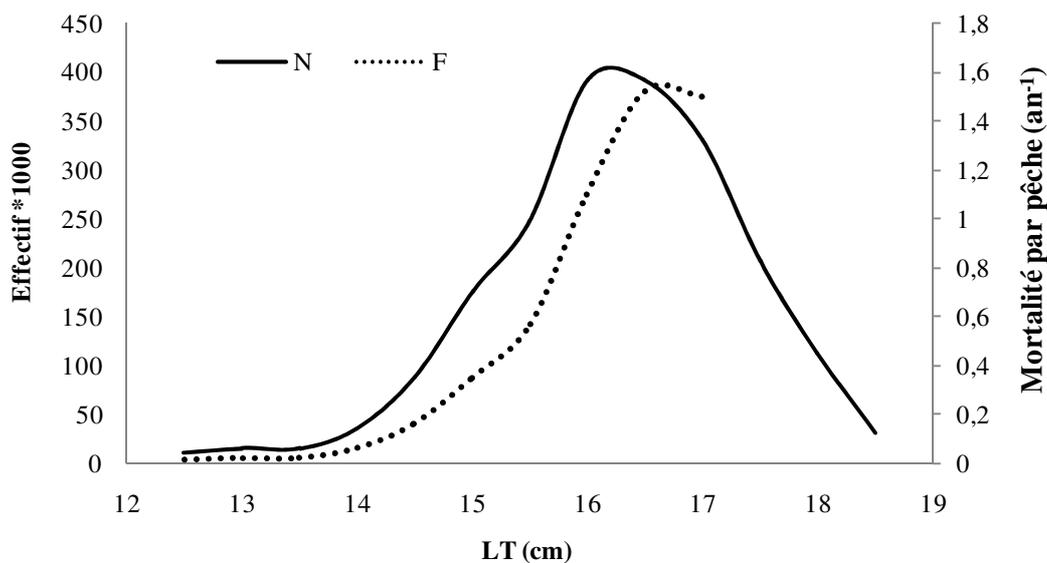


Figure 10. Profil de mortalité par pêche chez la mendole *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte). N : Effectif ; F : mortalité par pêche.

Le taux d'exploitation ($E = 0,7$) estimé montre une exploitation importante de la mendole par la pêche côtière dans la région de Bizerte pendant sa période de reproduction. La simulation de l'effet de l'effort de pêche sur le rendement par recrue montre que toute augmentation d'effort de pêche (f) entraînerait une augmentation de la quantité débarquée (Fig. 11). De plus, toutes les simulations d'augmentation de « f » ne présentent aucun effet négatif sur la biomasse de l'espèce. L'analyse des rendements par recrue a montré un effet positif, à long terme, de la pêche sur

le stock de la mendole de la région de Bizerte (Fig. 11). L'analyse des variations du rendement par recrue en fonction de la mortalité par pêche montre que le seuil optimal pour une exploitation équilibrée (MSY) chez *Spicara maena* dans la région nord de la Tunisie, n'est pas dépassé. Pour retrouver l'état optimal d'exploitation, il faut augmenter l'effort de pêche global. La mendole est donc soumise à un effort de pêche inférieur au niveau optimal aboutissant à une production maximale équilibrée. La ressource montre donc un état de sous-exploitation.

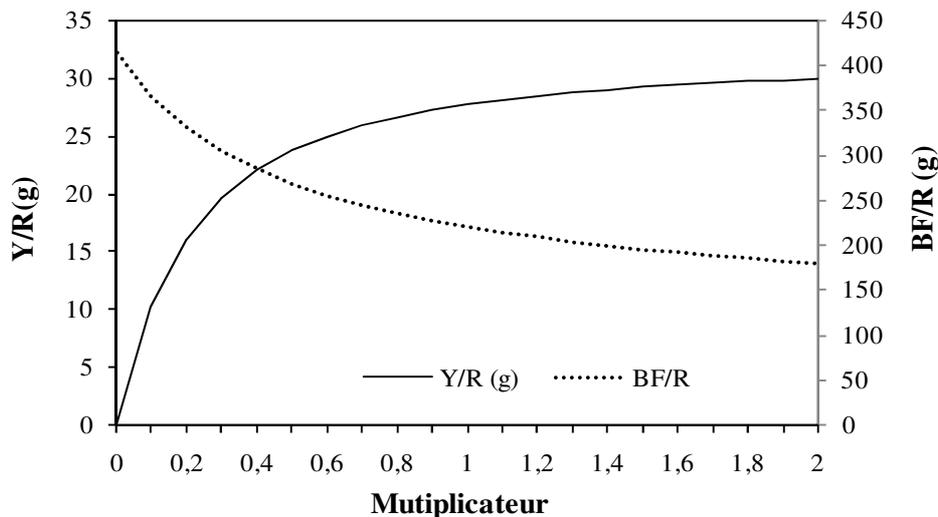


Figure 11. Evolution du rendement par recrue et de la biomasse de la mendole *Spicara maena* de la région nord de la Tunisie (Bizerte). Y/R : rendement par recrue ; BF/R : Biomasse féconde par recrue.

DISCUSSION

Les résultats de l'analyse de la production du genre picarel en Méditerranée ont montré que cette ressource est principalement exploitée par les pêcheurs tunisiens. La mendole *Spicara maena*, représentant l'espèce phare du genre picarel est pêchée surtout dans la région septentrionale de la Tunisie particulièrement à Bizerte. Au cours des années 70 et 80, les débarquements les plus importants de cette ressource ont été enregistrés au niveau des ports de Bizerte et de Mahdia suivis par ceux de la Goulette et de Sousse (Hattour *et al.*, 1985). La pêche de la mendole fait l'objet d'un festival nommé « Festival du chawri » qui se tient chaque mois de mai à Cap Zebib (Bizerte) depuis plusieurs années. En Tunisie, la pêche de la mendole est principalement côtière pourtant la répartition de cette espèce est assez large ; elle est rencontrée sur des fonds infralittoraux (0 à -40 m) et circalittoraux supérieurs (-50 à -100 m) et inférieurs (-100 à 200 m) (Azouz, 1974). La pêche de la mendole en Turquie est une activité artisanale utilisant les lignes et les filets maillants comme moyens de captures (Altinagac *et al.*, 2009 ; Cengiz, 2019). En Algérie, le chalut et le trémail représentent les techniques les plus utilisées pour capturer cette ressource au cours des années 80 (Kadari, 1984). Actuellement, la mendole algérienne est exploitée par plusieurs techniques à savoir la senne de la plage, la senne coulissante, les chaluts benthiques, les chaluts pélagiques, les palangres, les filets maillants de fond, les lignes à main et les pièges (Harchouche, 2006). En Grèce, *S. maena* est exploitée par la seine, le chalut et le filet maillant (Karachle *et al.*, 2014). Le suivi des captures de la mendole au cours de la dernière décennie a montré une variation annuelle remarquable avec une tendance à la baisse. La

production de ce centracanthidae a montré aussi des variations annuelles au cours des années de 1975 à 1984 (Hattour *et al.*, 1985).

L'analyse des structures démographiques des débarquements de cette espèce dans la région de Bizerte montrent que la pêche cible essentiellement les tailles comprises entre 12,5 et 18,5 cm avec une dominance des classes de longueurs entre 14,5 et 18 cm. Ces tailles sont comparables à celles obtenues par Hachani (2005) qui a montré que les mendoles pêchées dans la région nord de la Tunisie ont des tailles qui oscillaient entre 14,9 et 19,7 cm avec une moyenne de 16,9 cm. Ces tailles variaient entre 12 et 18 cm pour les mendoles de la région nord tunisienne en 2001 (Ibrahima, 2002). La comparaison de la taille moyenne obtenue lors de cette étude (16,25 cm) avec celles des individus capturés dans d'autres régions des côtes tunisiennes (14,5 cm à Tabarka, 13,7 cm dans le golfe de Tunis et 13,6 cm à l'est (Hattour, 2000) a montré que les mendoles de la région de Bizerte sont les plus grandes. Ceci peut être expliqué par le fait que les spécimens capturés à Bizerte sont pêchés au cours de leur période de reproduction dont la majorité sont matures.

En se référant aux études de Harchouche (2006) et de Dalouche *et al.* (2019), les tailles des mendoles des eaux algériennes sont très proches de celles des eaux tunisiennes (de 11,5 à 18,5). Les études effectuées en Méditerranée ont montré une grande variabilité au niveau des tailles des captures. Rizkalla *et al.* (2015) ont montré que les tailles des mendoles des côtes égyptiennes oscillaient entre 8 et 20 cm. En Adriatique, les tailles maximales et minimales sont respectivement de l'ordre de 27,5 et de 7,8 cm (Dulčić *et al.*, 2000). Ces tailles variaient entre 11,6 et 18,1 au niveau des eaux grecques (Minos *et al.*, 2013) alors qu'elles oscillaient entre 8,4 à 18,1 cm et de 12,8 à 18,8 cm respectivement dans Mer Egée et celle de

Marmara (Saygılı *et al.*, 2016). Les tailles extrêmes des spécimens capturés en Méditerranée sont de l'ordre de 27,5 cm (Dulčić *et al.*, 2000) et de 4,7 cm (Valle *et al.*, 2003).

Cette différence des longueurs peut être due aux différents engins de pêche utilisés (Senne, chalut, ligne, filet de pêche côtière), en plus de la variabilité des zones de pêche prospectées (lieu et profondeur) ainsi qu'à l'effet de la période de l'échantillonnage.

La période mai-juin est la période qui succède la maturation des mâles. En effet, à partir de la fin du mois d'avril, la sex-ratio est en faveur des mâles. C'est au printemps que le mâle creuse une large cavité dans le sable de l'herbier de posidonie où la femelle dépose les ovules qui sont immédiatement fécondés. Ce qui explique leur dominance dans les débarquements en mai et début juin.

La mendole est un poisson hermaphrodite qui passe d'abord par une phase femelle (protogynique) avant de se convertir en mâle. Selon Sellami-Zribi (1974), l'inversion du sexe se produit chez les poissons de longueurs totales comprises entre 15 et 17 cm, correspondant à la fin de la deuxième année de la vie du poisson. A partir de 17 cm, tous les poissons sont des mâles ; ce qui explique la dominance des mâles dans les grandes classes de tailles. Cette inversion du sexe s'effectue lorsque la longueur totale atteint 14,5 à 15cm au niveau de la mer Egée (Soykan *et al.*, 2010), alors qu'elle est de 17,5 à 18cm au niveau de la mer Adriatique (Dulčić *et al.*, 2000).

L'analyse de la sex-ratio de la population de mendole dans la région nord de la Tunisie montre qu'elle est majoritairement composée de mâles. L'étude préliminaire réalisée par Hachani (2005) sur les mendoles du nord de la Tunisie a montré que sur 713 spécimens 652 était des mâles ; ceci peut être expliqué par la période d'échantillonnage (mi-mai-début juin) se limitait à la période de grande mobilité des mâles au cours de laquelle ils construisaient les nids pour la ponte. Un résultat similaire a été observé en mer Adriatique (Dulčić *et al.*, 2000), en mer Egée (Çiçek *et al.*, 2007 ; Soykan *et al.*, 2010). Cette observation peut être expliquée par le fait que les

échantillons collectés sont constitués de mâles adultes de grande taille qui ont subi l'hermaphrodisme protogyne.

Contrairement à ce résultat, les populations de mendoles méditerranéennes sont dominées par les femelles. Dulčić *et al.* (2000) et Soykan *et al.* (2010) affirment que la sex-ratio des mendoles dans cette région de la Méditerranée est en faveur des femelles (1,41/1). La même observation a été élucidée au niveau de la mer Egée où les femelles dominent les mâles (1/0,23) (Soykan *et al.*, 2010). Un résultat similaire a été obtenu par Dalouche *et al.* (2019) qui ont étudié les mendoles des côtes algériennes. Un taux de féminité de l'ordre de 1/0,35 a été obtenu par Minos et ces collaborateurs qui ont investigué les eaux grecques (Minos *et al.*, 2013). Contrairement à la majorité des études qui ont affiché une dominance des femelles, Saygılı *et al.* (2016) ont obtenu des sex-ratios égales au niveau de la mer Egée et de celle de Marmara.

La période d'échantillonnage de notre étude coïncide avec celle de la reproduction de cette espèce : mai-juin selon Sellami-Zribi, (1974) et Harchouche (2006). La mendole fraie en mai au niveau des côtes algériennes en se référant à l'étude de Harchouche (2006). Cet auteur affirme que la ponte se déroule de fin avril jusqu'à mi-mai et la récupération en juin avec un repos sexuel de juillet à décembre (Harchouche, 2006). La première maturité sexuelle de cette espèce est atteinte en Méditerranée à la fin de la première année de vie, pour une taille de 11 à 13 cm (Harchouche, 2006 ; Soykhan *et al.*, 2010).

Nos résultats concordent parfaitement avec ceux obtenus par Petrakis et Stergiou (1995) en Grèce et de ceux de Mater *et al.* (2001) en mer Egée (Tableau V). L'étude préliminaire sur les mendoles réalisée par Hachani en 2005 dans la région nord de la Tunisie a montré que cette espèce présente des relations taille-masse avec des allométries minorantes. Cependant, les conditions de la collecte des échantillons peuvent aussi jouer un rôle dans la variabilité de la relation taille-masse (Tableau V).

Tableau V. Paramètres de la relation taille-masse chez la mendole *S. maena* dans différentes régions de la Méditerranée.

Auteurs	Région	N	Sexe	a	b
Mytilineou <i>et al.</i> (1991)	Grèce	628	♀	0,013	3,040
		359	♂	0,010	3,112
Petrakis et Stergiou (1995)	Grèce	33	♀	0,001	2,663
Dulčić <i>et al.</i> (2000)	Adriatique	1130	♀+♂	0,009	3,120
Mater <i>et al.</i> (2001)	Mer Egée	412	♀+♂	0,041	2,594
Moutopoulos et Stergiou (2002)	Mer Egée	808	♀+♂	0,0010	3,096
Valle <i>et al.</i> (2003)	Espagne	92	♂	0,006	3,262
Karakulak <i>et al.</i> (2006)	Mer Egée	533	♀+♂	0,007	3,178
Soykan <i>et al.</i> (2010)	Mer Egée	2547	♀+♂	0,011	3,020

Demirel et Murat Dalkara (2012)	Mer de Marmara	175	♀+♂	0,010	3,025
Bolognini <i>et al.</i> (2013)	Mer Adriatique	1810	♀+♂	0,007	3,156
Saygılı <i>et al.</i> (2016)	Mer Egée	168	♀+♂	0,010	3,06
	Mer de Marmara	155	♀+♂	0,003	3,53
Rizkalla <i>et al.</i> (2015)	Côtes Egyptiennes	581	♀+♂	0,009	3,044
Hachani (2005)	Tunisie (côtes nord)	713	♀+♂	0,93	2,295
Présente étude	Tunisie (côtes nord)	405	♀+♂	0,015	2,96

La relation taille-masse peut être affectée par l'effet de la saisonnalité des captures, leurs périodes d'échantillonnage, la phase de croissance, l'âge et la maturité sexuelle ainsi que par le taux de vacuité des estomacs, le taux de maturité et de la prévalence parasitologique (Soykan *et al.*, 2010).

Dans cette étude, nous avons estimé la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) par deux méthodes, la première en se référant aux caractères morphologiques et la deuxième en se basant sur les aspects macroscopiques des stades de maturité sexuelle. Les résultats obtenus ont mis en évidence une différence entre les L_{50} obtenues par les deux méthodes. Ce qui permet de conclure que la mendole acquiert une maturité physiologique interne (développement des gonades) préalable à celle externe ou morphométrique. Ceci permet d'affirmer que pendant la saison de reproduction, la mendole donne la priorité à l'aspect reproductif plutôt qu'au développement corporel. Ce phénomène a été aussi enregistré chez les mâles de *Pvalipes trimaculatus* qui présentent un développement gonadique précoce par rapport à la maturité morphologique (Vallina *et al.*, 2014). En revanche, chez d'autres espèces les transformations corporelle et physiologique sont synchrones (Sal Moyano *et al.*, 2011).

La comparaison de L_{50} estimé à partir des stades de maturité, montre une grande similarité entre les populations de mendoles méditerranéennes. Au nord de la Tunisie, les L_{50} des femelles et des mâles sont, respectivement, de 12,84 cm et 13,43 cm. Ces tailles sont de l'ordre de 11,51 et 13,12 cm en mer Egée respectivement chez les femelles et les mâles de cette espèce (Soykan *et al.*, 2010). Dans les eaux algériennes, le L_{50} des femelles est 9,5 cm et elle est de l'ordre de 10 cm chez les mâles (Harchouche, 2006).

L'étude préliminaire réalisée par Hachani en 2005 sur les mendoles du nord de la Tunisie a montré que l'optimum d'exploitation de cette espèce est de l'ordre de 1453 tonnes en appliquant le modèle de Fox alors qu'il est seulement de 1160 tonnes en appliquant celui de Shaefer ; ce qui témoigne que cette espèce est en état de sous exploitation (Hachani en 2005). Un état d'exploitation similaire (sous-exploitation) a été obtenu au niveau de la région est de la Méditerranée (Adriatique) avec un taux d'exploitation de l'ordre de 0,17 (Dulčić *et al.*, 2000).

La simulation d'une augmentation de l'effort de pêche appliquée à la mendole dans la région de Bizerte prévoit des améliorations de la production de à long terme.

Dans cette étude, l'utilisation de l'approche mono-spécifique du modèle analytique a affirmé que le stock de mendoles dans la région nord de la Tunisie est en état de sous-exploitation, ce qui confirme les résultats des modèles globaux (Hachani, 2005). Une augmentation de l'effort de pêche permet d'augmenter les débarquements de cette espèce sans impact négatif sur le stock de la mendole à long terme. De ce fait, la tendance à la diminution observée au niveau des débarquements n'est pas due à la surpêche. Plusieurs hypothèses peuvent être étudiées notamment le changement du comportement de l'espèce et par ailleurs des aires de concentrations de cette ressource pour la reproduction.

En conclusion, nous pouvons affirmer que le stock de la mendole de la région nord de la Tunisie (Bizerte) est en état de sous-exploitation. Toutefois, il est recommandé de continuer les prospections de nouvelles zones de pêche à la mendole pour éviter un éventuel état de surexploitation des zones de pêche traditionnelles.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier principalement les chefs des arrondissements de pêche de la région nord de la Tunisie ainsi que Mr Sabri JAZIRI et les pêcheurs pour leurs collaborations. Nous remercions aussi les techniciens de l'ISPAB pour leur contribution aux travaux du laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE

- Alili D. E. & Harchouche K., 2013.- Inventaires et caractéristiques ichtyologiques des espèces associées à deux poissons cibles (*Spicara maena* et *Pagellus acarne*) dans les mises à terre algériennes. *Bulletin de l'Institut National des Sciences de la Mer (INSTM Salammbô). Numéro Spécial (17) : Actes des XV^{èmes} Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer & 3^{ème} Rencontre Tuniso-Française d'Ichtyologie*. Mahdia : 14-17 décembre 2013.
- Altinagac U., Kara A., Ozekinci U., Ayaz A., İsmen A. Altun A. & Beğburs C. R., 2009. -

- Selectivity of Fishhooks Used in Blotched Picarel (*Spicara maena*) in Artisanal Fishery in Dardanelles. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(8):1646-1652.
- Anonyme. 2016. - Evaluation des ressources halieutiques tunisiennes (2010-2014). Rapport final du projet : BIologie et HALieutique des Ressources Benthiques Exploitablees (BIHARE). Laboratoires des ressources marines vivantes 250 p.
- Azouz A., 1974. - Les fonds chalutables de la région nord de la Tunisie. Les potentialités de la pêche, écologie et répartition bathymétrique des poissons. *Bull. Inst. Oceanogr. Pêche., Salammbô*, 3 : 1-4.
- Azouz, A. & Ben Othman, 1975. - Les fonds chalutables de la région est de la Tunisie (de Kélibia à Mahdia) premiers résultats. *Bull. Inst. Nation. Sci. Techn. Oceanogr. Pêche., Salammbô*, 4 (1).
- Ben Mustapha A., 1966. - Présentation d'une carte de pêche pour les côtes Nord de la Tunisie. *Bull. Inst. Oceanogr. Pêche., Salammbô*, Numéro Spécial, 1 (1) : 1-38.
- Ben Othman S., 1971. - Observations hydrologiques dragages et chalutages dans le Sud-Est tunisien. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche., Salammbô*, 2 (2) : 103-120.
- Bolognini L., Domenichetti F., Grati F., Polidori P., Scarcella G. & Fabi G., 2013. - Weight-length relationships for 20 fish species in the Adriatic Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13: 555-560.
- Cengiz O., 2019. - Some reproductive characteristics of the blotched picarel *Spicara maena* (Perciformes: Centranchidae) from Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 54(2) : 174-179.
- Chevallier P. & Laurec A., 1990. - Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson. ANALEN : logiciel d'analyse des données de capture par classes de taille et de simulation des pêcheries multi-engins avec analyse de sensibilité. *FAO Document technique sur les Pêches*, 101(4): 124 pp.
- Çiçek E., Avşar D., Yeldan H. & Manaşırılı M. 2007. - Population characteristics and growth of *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) inhabiting in Babadillmani Bight (northeastern Mediterranean-Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1: 15-18.
- Dalouche F., Bensahla Talet L., Bensahla Talet A. & Abi-Ayad S., 2019. - Fecundity of the blotched picarel, *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) from Oran Bay (Western Mediterranean Sea). *Journal of Fisheries*. DOI: 10.17017/jfish.v7i1.2019.309
- Demirel N. & Murat Dalkara E., 2012. - Weight-length Relationships of 28 Fish Species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36(6) : 785-791.
- DGPA.2018. Annuaires des statistiques des produits de la pêche en Tunisie, Direction Générale à la Pêche et à l'Aquaculture (DGPA). Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (M.A.R.H). 270p.
- Dulčić J., Kraljević M., Grbec B. & Cetinić P., 2000. - Age, growth and mortality of blotched picarel *Spicara maena* L. (Pisces: Centranchidae) in the eastern central Adriatic. *Fisheries Research*, 48 : 69-78.
- Fischer W., Bauchot M.-L. & Schneider M., 1987. - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés, FAO, Rome, pp. 1031-1036.
- FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis. Release: 3.02.0. by Thomas Berger, Fabrizio Sibeni and Francesco Calderini. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>
- Gaamour A., 1999. - La Sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) dans les eaux tunisiennes : Reproduction, Croissance et pêche dans la région du Cap Bon. *Thèse de doctorat de l'université de Bretagne Occidentale*. 246p.
- Gharbi H. 1978. - Campagne de prospection du 'Hannoun' dans la région Est de la Tunisie :16-20 juillet 1978. *Rapport et doc. 3/78* : 11-31.
- Guesmi B., 2019. - La pêcherie de la mendole *Spicara maena* dans la région nord de la Tunisie : diagnostic de l'état actuel et opportunités de développement. *Mémoire de mastère professionnel en Biosurveillance de l'environnement, Faculté des Sciences de Bizerte*. 72p.
- Hachani F. 2005. - Contribution à l'étude de l'exploitation de la mendole, *Spicara maena*, dans la région nord de la Tunisie. Projet de fin d'étude du cycle ingénieur de l'Institut National Agronomique de Tunisie.47p.
- Harchouche K., 2006. - Contribution à la systématique du genre *Spicara*; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. *Thèse de doctorat en océanographie. U.S.T.H.B., Alger* : 210 pp.
- Hattour A. 2000. - Contribution à l'étude des poissons pélagiques des eaux tunisiennes. *Thèse de doctorat. Faculté des Science de Tunis*. 327pp.
- Hattour A., Ben Abdallah L. & Guennegan Y., 2004. - Abondance relative et estimation de la

- biomasse des petits pélagiques des eaux tunisiennes. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 31 : 5-16.
- Hattour A., Turki B. & Zammouri N., 1985. - Quelques aspects de la Biologie de l'Espèce *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) des Eaux Tunisiennes. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche., Salammbô*, 12: 143-162.
- Hunter J. R., Macewicz B. J., Lo N. C.-H, & Kimbrell C. A., 1992. - Fecundity, Spawning, and maturity of female Dover sole, *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision. *Fish. Bull.U. S.*, 90 : 101-128.
- Ibrahima D. E. (2002). Contribution à l'étude des Centracanthidae des côtes nord de la Tunisie. Mémoire de DEA à la Faculté des Sciences de Tunis. 162p.
- Jabeur C. 1999. La pêche dans le Golfe de Gabès : interactions techniques entre les métiers et exploitation partagée du rouget rouge (*Mullus surmuletus* L., 1758). *Ph.D.Thesis, University of Bretagne Occidental*, 164 pp.
- Jarboui O., 2004. - Evaluation des stocks et écobiologie des principales espèces de coquillages des côtes tunisiennes. *Rapport Final INSTM/FAO-CopeMed*, 50 p.
- Jones R. 1983. - The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Cire.*, 734, 60p.
- Kadari G., 1984. - Les techniques de pêche utilisées en Algérie. *Ed Enap et Publisud*, Alger. 134 pp.
- Karachle P. K. & Stergiou K. I., 2014. - Diet and feeding habits of *Spicara maena* and *S. smaris* (Pisces, Osteichthyes, Centracanthidae) in the North Aegean Sea. *Acta Adriat.*, 55(1): 75 – 84.
- Karakulak F. S., Erk H. & Bilgin B., 2006. – Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22 :274-278.
- Kartas F. & Quignard J. P., 1984. - La fécondité des poissons téléostéens. *Collection de Biologie des Milieux Marins. 5e Ed., Masson*, 121 p.
- Koched W., Hattour A. & Said K., 2011. - Les larves de poissons téléostéens le long des côtes Est tunisiennes : distribution et abondance. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 38 : 29 -39.
- Ktari-Chakroun F. & Azouz A., 1971. - Les fonds chalutables de la région Sud-Est de la Tunisie golfe de Gabès. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche, Salammbô*, 2 (1).
- Laurec A. & Le Guen J. C., 1981. - Dynamique des populations marines exploitées. Tome I : Concept et modèles. *Publications du centre national pour l'exploration des océans. CNEXO Rapports scientifiques et techniques*, 45 : 118 pp.
- Laurec A., 1993. - Etalonnage de l'analyse des cohortes en halieutique. In Lebréton, J.D. et Asselain, B. (eds), *Biométrie et Environnement*. Masson, Paris, France, pp. 205-239.
- Leonart J. & Salat J., 1992. VIT : Programa de analisis de pesquerias. *Informes Tecnicos de Scientia Marina*, 168-169.
- Leonart J., 2015. - La pêche en Méditerranée. Stocks, évaluations et état d'exploitation. *Annuaire IEMed. De la Méditerranée*, 297-303.
- Leonart J., 2011. - Fishery resources in the Mediterranean ». *Quaderns de la Mediterrània : Ecology and Culture*, 16 : 67-73.
- Lozano Cabo F., 1953. - Monografia de los centracanthidos mediterranos con un estudio especial de la biometrica, biologia y anatomia de *Spicara smaris* L. *Bol. Inst. Espanol d'Oceanographia*, 59 : 1-128.
- Lubet P. & Azzouz A., 1969. - Etude des fonds chalutables du golfe de Tunis. *Bull. Inst. Oceanogr. Pêche, Salammbô*, 1 (3).
- Mater S., Malkav S. & Bayhan B., 2001. - A study on some biological peculiarities of the Picarel (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810) distributed in the bay of Izmir (Aegean Sea) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18 (1-2) : 25-32.
- Mesnil B., 1980. - Théorie et pratique de l'analyse de cohortes. *ISTPM, Boulogne sur mer (IFREMER)*, 48 pp.
- Mili S., Ennouri R., Guesmi B., & Troudi D., 2019. – Etude de la dynamique et de l'état d'exploitation la mendole *Spicara maena* dans la région de Bizerte (nord de la Tunisie). *XVIII^{èmes} Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer Kélibia 26-28 octobre 2019*, pp 61.
- Mili S., Jarboui O. & Missaoui H., 2008. - Caractères biométriques de la squille *Squilla mantis* dans les eaux tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Scient. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô*, 35: 1-14.
- Minos G., Imsiridou A. & Katselis G., 2013. - Use of morphological differences for the identification of two picarel species *Spicara flexuosa* and *Spicara maena* (Pisces: Centracanthidae). *Medit. Mar. Sci.*, 14/3, Special Issue: 26-31.
- Moutoupoulos D. K. & Stergiou K. I., 2002. - Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*. 18: 200-203.
- Mytilinieou C. H., & Papaconstantinou C., 1991. - Age and growth of *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) (Pisces, Centracanthidae) in

- the Patraikos gulf (Greece). *Scientia Marina*, 55(3): 483-490.
- Pauly D., 1980. - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39: 175-192.
- Petrakis G. & Stergiou K. I. 1995. - Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21 :465-469.
- Pollard D. & Paul P., 1972. - Identification des espèces du genre *Spicara* par électrophorèse des protéines du cristallin. *Rev.Trav. Inst. Pêche marit.*, 36(1): 5-114.
- Pollard D., Carpenter K.E. & Russell B., 2014. - *Spicara maena*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2014: e.T170280A1307759. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-3.RLTS.T170280A1307759.en>.
- Rizkalla S. I., El Sayed Haroun K. A. & Evelyn R., 2015. - Biodiversity and fisheries of the non-target catch from bottom trawl, off Alexandria, Mediterranean Sea, Egypt. *Regional Studies in Marine Science*, 194-204.
- Roa R., Ernst B. & Tapia F., 1999. - Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 97(3): 570-580.
- Sal Moyano M. P., Gavio M. A. & Maggi M. D. 2011. - Morphometric and gonad maturity of the spider crab *Libinia spinosa* (Crustacea: Brachyura: Majoidea: Epialtidae) in Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91: 837-844.
- Saygılı B., İşmen A. & Arslan İhsanoğlu M. (2016). Age and growth of blotched picarel (*Spicara maena* Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara and Northern Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2) : 143-149.
- Sellami-Zribi A., 1974. -Contribution à l'étude de l'hermaphrodisme de certains poissons des côtes tunisiennes (Maenidae, Serranidae et Sparidae). *Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Tunis*. 106 p.
- Soykan O., İlkyaz A. T., Metin G. & Kinacigil H. T. 2010. - Growth and reproduction of blotched picarel (*Spicara maena* Linnaeus, 1758) in the central Aegean Sea, Turkey. *Turk. J. Zool.*, 34: 453-459.
- Taylor C.C., 1959. - Temperature and growth. *The pacific razor clam. J. Cons.*, 25 : 93-101.
- Teissier G., 1948. - La relation d'allométrie. Sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4 : 14-53.
- Tortonese E., 1975. - Fauna d'Italia osteichthyes (Pesci ossei) parte seconda edizioni calderini Bologna. *Scienze naturali*. 656P. ISBN 88-7019-129-X
- Valle C., Bayle J. T. & Ramos A. A. 2003. - Weight-length relationships for selected fish species of the western Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 19:261-262.
- Vallina M., PazSal M., Elena M., Cuartas I. & Gavio M. A., 2014. - Reproductive system and size maturity of the paddle crab *Pvalipes trimaculatus* (Brachyura: Portunidae) along the argentine coast. *Journal of Crustacean Biology*, 34(3): 357-366.
- Vidalis K. & Tsimenidis N., 1996. - Age determination and growth of picarel (*Spicara smaris*) from the Cretan continental shelf (Greece). *Fisheries Research*, 28(4): 395-42
- Zarrad R., El Abed A., Missaoui H., Gharbi H. & Ben Abdallah L. 2000. - Analyse descriptive de la pêcherie du golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM)*, 27 : 27-34.
- Zeï M., 1941. - Studies on the morphology and taxonomy of the Adriatic species of Maenidae. *Acta Adriatic. Instituti oceanographic, Split*, II (4).
- Zlatanov S., Laskaridis K., 2007. - Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish-sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). *Food Chemistry*, 103(3): 725-728.