

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer  
Option : Halieutique

Thème :

**Âge, croissance et reproduction de la sole *Pegusa  
lascaris* (Risso, 1810) des eaux centre algériennes**

Présenté par :

**TELOUM Siham**

Soutenu le 31-12-2020, devant le jury composé de :

M. KABRANE A.	Maître assistant A.	ENSSMAL	Président
Mme. MOKRANE Z.	Maître assistant A.	ENSSMAL	Examinatrice
M. ROUIDI S.	Attaché de recherche	CNRDPA	Examineur
Mme BOUFERSAOU S.	Maître de conférences B	ENSSMAL	Promotrice

**Année universitaire : 2019- 2020**

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer  
Option : Halieutique

Thème :

**Âge, croissance et reproduction de la sole *Pegusa  
lascaris* (Risso, 1810) des eaux centre algériennes**

Présenté par :

**TELOUM Siham**

Soutenu le 31-12-2020, devant le jury composé de :

M. KABRANE A.	Maître assistant A.	ENSSMAL	Président
Mme. MOKRANE Z.	Maître assistant B.	ENSSMAL	Examinatrice
M. ROUIDI S.	Attaché de recherche	CNRDPA	Examineur
Mme BOUFERSAOU S.	Maître de conférences B	ENSSMAL	Promotrice

**Année universitaire : 2019- 2020**

## **Remerciements**

*Voilà venu le moment des remerciements. Ce moment tant attendu qui marque la fin de cinq années d'étude riches en découverte et clôture les moins intenses.*

*J'adresse mes respectueux remerciements aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de ce travail.*

*J'apprécie vivement l'honneur que m'a fait M. KABRANE A. Maître-assistante A à l'ENSSMAL, en acceptant de présider ce jury en dépit de ses nombreuses occupations.*

*Je remercie Mme Mokrane Z, Maître-assistante A à l'ENSSMAL d'avoir accepté de juger ce travail, je lui adresse ma profonde reconnaissance.*

*Je tiens également à exprimer ma gratitude à M. Rouidi S., Attaché de recherche au CNRDPA, qui me fait l'honneur de juger ce mémoire ; qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude.*

*Il m'est agréable aussi, de remercier Mme Boufersaoui, qui par son esprit scientifique, n'a pas hésité en dépit de ses nombreuses obligations de mener à bien mon encadrement. Elle n'a pas cessé à m'encouragé pour surmonter les difficultés rencontrées. Qu'elle veuille bien trouver ici l'assurance de ma profonde estime.*

*Il n'y a pas de bout du monde mais chacun de nous peut aller jusqu'au bout de soi-même, cette citation qui ma prodiguée tout au long de mon parcours, et sans l'ombre de mes parents et le soutiens d'amis, frères et sœurs cela me serait difficile à accomplir, car un travail d'un projet de fin d'étude n'implique pas que l'effort scientifique, mais aussi la participation et le soutien de cet entourage proche et éloigné, pour enfin passer de la dimension de l'effort à celui de la reconnaissance.*

*Oh ! combien ont été précieuses toutes ces contributions qu'ils ont apportées pour qu'aboutissent enfin ce projet.*

# Table des matières

Introduction .....	1
--------------------	---

## Chapitre 01. Données générales

1. Région d'étude et sites d'échantillonnage .....	4
1.1. Délimitation géographique .....	4
1.2. Principales caractéristiques des facteurs du milieu.....	5
2. Présentation de l'espèce étudiée .....	5
2.1. Historique.....	5
2.2. Taxonomie .....	6
2.2.1. Nomenclature binominale et vernaculaire .....	6
2.2.2. Classification hiérarchique .....	7
2.2.3. Diagnose de l'espèce .....	7
2.3. Répartition géographique et bathymétrique.....	8
2.4. Biologie et écologie de <i>Pegusa lascaris</i> .....	9
2.4.1. Reproduction.....	9
2.4.2. Régime alimentaire .....	9
2.5. Capture et commercialisation .....	10

## Chapitre 02. Matériel et méthodes

1. Récolte des données.....	12
2. Mensuration et pesée des poissons .....	12
3. Etude de la reproduction .....	13
3.1. Répartition des sexes : sex-ratio .....	13
3.2. Période de reproduction .....	14
3.3. Facteurs de conditions .....	14
3.4. Taille à la première maturité sexuelle.....	15
4. Estimation de l'âge .....	15
4.1. Clé âge-longueur moyenne : Méthode Bhattacharya (1967).....	16
4.2. Clé âge-longueur à partir d'une clé âge-longueur hypothétique.....	16
5. Etude de la croissance.....	17
5.1. Paramètres de la croissance linéaire .....	17
5.3. Relations biométriques .....	19
5.4. Relation taille-poids.....	20
5.5. Croissance pondérale .....	20

## Chapitre 03. Résultats et discussions

1.	Décomposition des échantillons .....	23
2.	Estimation des indices de la reproduction .....	23
2.1.	Identification du sexe et maturité des gonades .....	23
2.2.	Répartition des sexes .....	25
2.3.	Sex-ratio (SR) .....	26
2.5.	Facteurs de conditions .....	30
2.6.	Taille de maturité sexuelle .....	30
4.	Modélisation de la croissance .....	32
4.1.	Paramètres de croissance linéaire .....	32
4.2.	Taux de croissance absolue .....	34
4.3.	Relations biométriques .....	35
4.4.	Relation taille-poids .....	36
4.5.	Croissance pondérale .....	37
	Conclusion générale .....	39
	Liste des références bibliographiques .....	41

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Délimitation géographique de la zone d'étude et sites d'échantillonnage.....	4
<b>Figure 2.</b> Morphologie et critères de reconnaissance de <i>P. lascaris</i> .....	8
<b>Figure 3.</b> Mensurations morphométriques réalisées.....	13
<b>Figure 4.</b> Répartition mensuelle des données étudiées.....	23
<b>Figure 5.</b> Illustration de quelques stades macroscopiques de maturité des ovaires et des testicules. .....	24
<b>Figure 6.</b> Répartition par taille (A) et par saison (B) des femelles et des mâles de <i>P. lascaris</i> .....	26
<b>Figure 7.</b> Répartition mensuelle et par taille des pourcentages des sexes et valeurs du sex-ratio correspondantes.....	27
<b>Figure 8 .</b> Évolution mensuelle des stades de maturité sexuelle chez les femelles et mâles de <i>P.</i> <i>lascaris</i> .....	29
<b>Figure 9 .</b> Évolution mensuelle du rapport gonado-somatique de <i>P. lascaris</i> .....	29
<b>Figure 10.</b> Évolution mensuelle du rapport hépato-somatique et du facteur de condition chez <i>P.</i> <i>lascaris</i> .....	30
<b>Figure 11.</b> Données Âge- LT moyennes observées et courbes d'ajustement de la croissance linéaire chez <i>P. lascaris</i> . .....	33
<b>Figure 12.</b> Données Age-PT moyennes observées et courbes d'ajustement de la croissance pondérale .....	38

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Noms vernaculaires de l'espèces étudiées (Froese et Poly, 2020).....	6
<b>Tableau 2.</b> Répartition des tailles et effectifs par étude .....	12
<b>Tableau 3.</b> Exemple de Clé âge-longueur hypothétique .....	16
<b>Tableau 4.</b> Échelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les femelles. ....	24
<b>Tableau 5.</b> Sex-ratio (SR) de <i>P. lascaris</i> des côtes centre de l'Algérie .....	27
<b>Tableau 6.</b> RGS moyen des stades de maturité sexuelle chez les femelles et mâles de <i>P. lascaris</i> .....	29
<b>Tableau 7.</b> Clés âge-longueur moyennes obtenues par deux méthodes.....	32
<b>Tableau 8.</b> Paramètres de croissance obtenus pour <i>P. lascaris</i> des eaux centre algériennes.....	34
<b>Tableau 9.</b> Valeurs biogéographiques des paramètres et vitesses de croissance de <i>P. lascaris</i> . ..	34
<b>Tableau 10.</b> Tailles théoriques ( $L_x$ ) et taux de croissance absolue ( $G_x$ ) selon l'âge et le sexe de <i>P. lascaris</i> .....	34
<b>Tableau 11.</b> Paramètres des relations linéaires entre la taille du poisson ( $L_T = a + b$ ) et les mensurations biométriques.....	35
<b>Tableau 12.</b> Valeurs biogéographiques des relations linéaires entre la taille du poisson ( $L_T = a + b$ ) et les mensurations biométriques chez <i>P. lascaris</i> .....	36
<b>Tableau 13.</b> Paramètres de la relation taille-poids ( $P_T = a L_T^b$ ), test de conformité de la pente et analyse de la covariance (ancova). Significativité testée au seuil de 5%.....	37

## Introduction

Pendant longtemps, devant la difficulté de les évaluer, les ressources halieutiques ont semblé inépuisables. Cependant un besoin croissant en protéines d'origine animale et les progrès très rapides des techniques de pêche ont montré d'une façon très alarmante que les richesses de la mer n'étaient pas illimitées et pouvaient faire l'objet d'une exploitation excessive.

Evaluer ces ressources afin de mieux les gérer est primordiale. Toutefois, avant de passer à la l'évaluation des stocks, la connaissance de leur biologie est une étape indispensable. Or, à l'heure actuelle, ils subsistent de nombreuses inconnues concernant la biologie et la dynamique des populations de poisson en Méditerranée. Certaines connaissances scientifiques demeurent en effet fragmentaires (Breuil, 1997).

Parmi ces ressources, les poissons pleuronectiformes communément appelés poissons plats constituent une part non négligeable des apports de la pêche en Algérie. Parmi les poissons de cet ordre, les soles (Soleidae) sont des espèces benthiques très appréciées, de par leur chair très onctueuse.

En Algérie, la famille des Soleidae est largement représentée aussi bien par la diversité des espèces que par les quantités pêchées. Selon la seule étude réalisée par Allili (1988) sur la systématique de cette famille, 12 espèces existent dans nos côtes. Parmi lesquelles, la peguse ou sole de sable *Pegusa lascaris* (Risso, 1810).

Etant donné l'importance de cette espèce et le manque d'informations disponibles sur sa dynamique des populations pour les côtes algériennes et pour mieux comprendre la biologie de cette espèce, il nous a été proposé de réaliser une étude sur sa reproduction, sa croissance et de son âge afin d'estimer la structure par âge de la population. La détermination de l'âge est essentielle pour la gestion efficace des pêches, et les procédures impliquées dans les études de croissance des poissons devrait fournir des résultats fiables et valides.

Malgré la large distribution de la sole de sable *P. lascaris*, les données sur sa biologie sont rares. Les seules informations publiées concernent les aspects de croissance de l'espèce sont ceux réalisées le long de la côte ouest de la Bretagne (Deniel, 1990), dans l'estuaire du Tage (Dinis, 1986) et dans la côte portugaise (Teixeira *et al.* 2009). Quelques aspects de sa reproduction ont été étudiés par Ouabadi (1991) sur les côtes algériennes et sur la côte de Bretagne par Deniel *et al.* (1989). Des données sur l'âge et la croissance sont publiées par Pajuelo et Lorenzo (2008) dans l'archipel des Canaries.

Certains auteurs dans leurs travaux anciens pour la plupart, ont déterminé la saison de reproduction en se basant sur l'observation des œufs et des larves (Thomopoulos ,1956 ; Varagnolo ,1964 ; Aldebert,1968, Marinaro *et al.* ,1979 ; Belaid *et al.*,1986; Raffael,1888; Dieuzeide,1995).

Les études du régime alimentaire de *P. lascaris* a été réalisé dans le golfe de Gascogne (Sobre, 1972) , dans la Baie de Douarnenez (Quiniou, 1978) et dans la côte ouest de la Bretagne (France) par Rodriguez (1996).

Par ailleurs, outre que dans le volet de la biologie, citons aussi des études faites par Gaertner (1982) et Afonso-Dias *et al.* (2002) qui ont utilisé des caractères morphométriques et méristiques pour différencier entre les deux variétés de la même espèce de sole de sable dans la baie de Douarnenez, France.

Le but du présent projet de fin d'études se veut à une contribution aux connaissances sur la reproduction, d'estimer la composition par âge, et de déterminer le modèle de croissance qui ajuste les données de longueur selon l'âge de la sole de sable *Pegusa lascaris* de la région centre algérienne. Ces résultats peuvent contribuer à une meilleure compréhension de l'écologie de cette espèce d'intérêt commercial croissant, qui demeure mal connue et peuvent être utilisés pour des analyses d'évaluation des stocks.

Notre travail s'est articulé autour de trois chapitres. Le premier est une synthèse bibliographique des connaissances sur la description de l'espèce, sa biologie, et sa répartition. Dans le second chapitre nous résumons l'ensemble des méthodes utilisées ainsi que le déroulement de l'échantillonnage et son traitement au laboratoire. Les résultats obtenus suite à notre travail sont énoncés et discuté dans le dernier chapitre.

# **Chapitre 01**

## **Données générales**

## 1. Région d'étude et sites d'échantillonnage

### 1.1. Délimitation géographique

Avec 1622 km et une zone de pêche exclusive (ZPE) de 95000 km<sup>2</sup> en 1994 (Cacaud, 2002), le littoral algérien est situé dans le sud du bassin occidental de la Méditerranée. Les échantillons de l'espèce étudiée proviennent de la région centre des côtes algériennes (Méditerranée du sud-ouest).

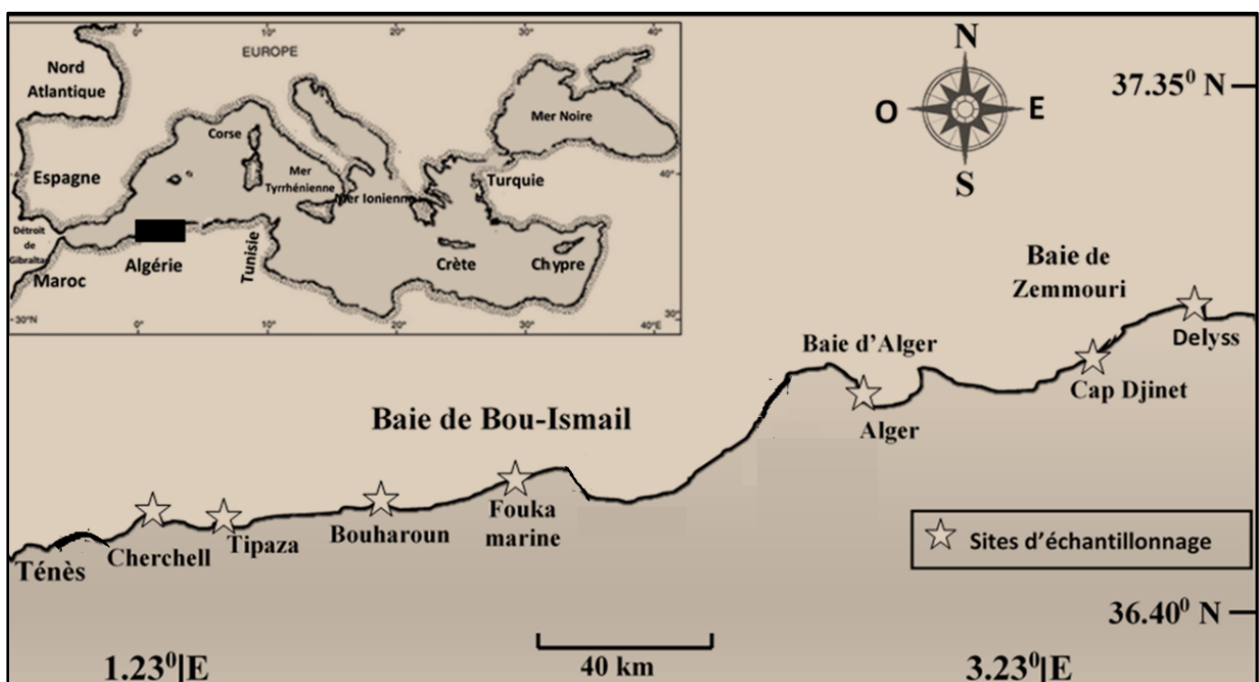
Cette zone s'étend de Tenes (36°36'N, 2°11'E) à l'Ouest jusqu'à Delys à l'Est (36°54'N, 3°54'E). Elle se subdivise en trois principales baies : la baie de Bou Ismail, la baie d'Alger et la baie de Zemmouri (Fig.1).

Avec une ouverture de 40 Km, la baie de Bou-Ismaïl s'étend d'Est en Ouest du Cap Acrata (2°25') au mont Chenoua (2°55'), avec une superficie de 350 Km<sup>2</sup> (Dagorne, 1973).

La baie d'Alger s'inscrit en forme hémicirculaire au niveau de la plaine de la Mitidja. À l'Est elle est limitée par le Cap Matifou (Bordj El-Bahri), et à l'Ouest, par la pointe de Rais Hamidou.

La baie de Zemmouri se situe à l'Est de la baie d'Alger, très ouverte vers le Nord et étalée sur 53,7 Km. Elle est limitée à l'Ouest par le cap Matifou à 36°49'N et 3°15'E, et à l'Est par le cap Djinet 36°53'N et 3°45'E (Leclaire, 1972).

Durant cette étude, des prélèvements et mensurations ont été réalisés au niveau des ports de Bouharoun, de Cherchell, de Tipaza, d'Alger et abris et plage d'échouage : abris de pêche de Fouka Marine, de Sidi Fredj et de Cap Djinet.



**Figure 1.** Délimitation géographique de la zone d'étude et sites d'échantillonnage

## 1.2. Principales caractéristiques des facteurs du milieu

La température de l'eau est un facteur principal dans la vie des organismes marins, elle contribue de façon importante à la distribution géographique des espèces marines. Ce facteur écologique détermine les périodes de migrations et de reproduction et bien d'autres phénomènes éthologiques et physiologiques.

Les températures des eaux de surface de la baie de Bou-Ismaïl sont comprises entre 21,2 et 27°C. Dans cette même baie, en été, la salinité des eaux de surface des fonds sableux présente une certaine homogénéité à l'échelle de l'ensemble de la baie ; les valeurs notées sont 37,08 ; 37,38 et 37,68 (Lalami-Taleb, 1970).

La salinité à proximité des embouchures des oueds Nador et Mazafran, des valeurs plus faibles (36,68 à 36,98) qui mettent en évidence l'influence de ces oueds sur le milieu marin (Bakalem, 2008).

La température de l'eau de surface de la baie d'Alger fluctue entre 14° et 15°C en hiver et entre 23 °et 28°C en été. La salinité est comprise entre 36,82 et 37,29.

Au niveau de la baie de Zemmouri, la température moyenne des eaux est de 13° à 17°C en hiver et de 25° à 30°C en été. La salinité est comprise entre 36 et 37 (Seridji, 1989).

## 2. Présentation de l'espèce étudiée

### 2.1. Historique

D'après les travaux de Quéro et al. (1986), sept espèces nominales ont été reconnues dans le genre *Solea* dans l'Atlantique Nord-Est et la Mer Méditerranée (*S. aegyptiaca*, *S. impar*, *S. kleini*, *S. lascaris*, *S. nasuta*, *S. senegalensis* et *S. vulgaris* .

Le genre *Solea* a souvent été mis en synonymie avec le genre *Pegusa* (Ben Tuvia 1990). Cependant, ce dernier a été défini par Günther (1862) comme sous genre de *Solea* au sein de la famille des Soleidae ; il a été élevé au rang de genre par Chabanaud (1927,1929) qui en donne une nouvelle définition (Desoutter-Meniger 1997).

Tinti et Piccinetti (2000) ont examiné la variation des nucléotides au niveau de deux locus d'ADN mitochondrial (ARNr 16S, cytochrome b) chez des individus de *Solea spp.* dans des échantillons de la Méditerranée. Ces auteurs ont approuvé la synonymie de *S. impar* avec *S. lascaris*, en raison de l'étroite parenté moléculaire d'individus présumés.

Afin de clarifier les relations systématiques entre les espèces de *Solea* Atlantique-Méditerranée, Borsa et Quignard (2001) ont réévalué les résultats de Ben Tuvia (1990), compilé et analysé un ensemble complet de données d'alozymes de la littérature, et ajouté de nouvelles informations

phylogénétiques à celles fournies par Tinti et Piccinetti (2000) en analysant la variation des nucléotides au locus du cytochrome b dans de nouveaux échantillons de *S. aegyptiaca*, *S. lascaris* et *S. solea*. Les données génétiques ont permis de tester la validité d'un genre distinct *Pegusa* regroupant *S. impar*, *S. lascaris* et *S. nasuta* par rapport à d'autres *Solea spp.* Ces résultats ont confirmés ceux données par Desoutter-Meniger (1997) qui montre que les espèces du genre *Pegusa* présentent des caractéristiques morphologiques et ostéologiques propres tel que l'élargissement de la narine de la face aveugle en forme de rosette. Ainsi l'espèce *Solea lascaris* est un synonyme non valide de *Pegusa lascaris*.

## 2.2. Taxonomie

### 2.2.1. Nomenclature binominale et vernaculaire

Depuis le *Systema naturae* (Linné, 1758), chaque espèce vivante ou fossile est définie par un nom scientifique (Mahé *et al.*, 2005). Il est toujours en latin et donc universel. Cette classification est dite « binominale » car ce nom scientifique est composé du nom du genre suivi du nom de l'espèce.

Le nom scientifique d'une espèce permet de la reconnaître par la communauté scientifique. Cependant l'appellation vernaculaire voire plusieurs selon les pays et même entre les régions du même pays, pour sa désignation commune.

Le genre *Pegusa* signifie l'ancien nom du Cnide, la ville d'Asie Minos où l'Athéniens qui a vaincu les Spartiates dans une bataille navale près de 394 avant JC (Froese et Poly, 2020).

Pour l'espèce étudiée, sont mentionnés dans le tableau 1, les noms vernaculaires retrouvés dans la bibliographie.

**Tableau 1.** Noms vernaculaires de l'espèces étudiées (Froese et Poly, 2020)

Régions	Dénomination vernaculaire
Algérie	Sola
France	Sole de sable, sole pole,
Espagne	Languado de arena
Etats Unis	Atlantic sole
Italie	sogliola dal porro

### 2.2.2. Classification hiérarchique

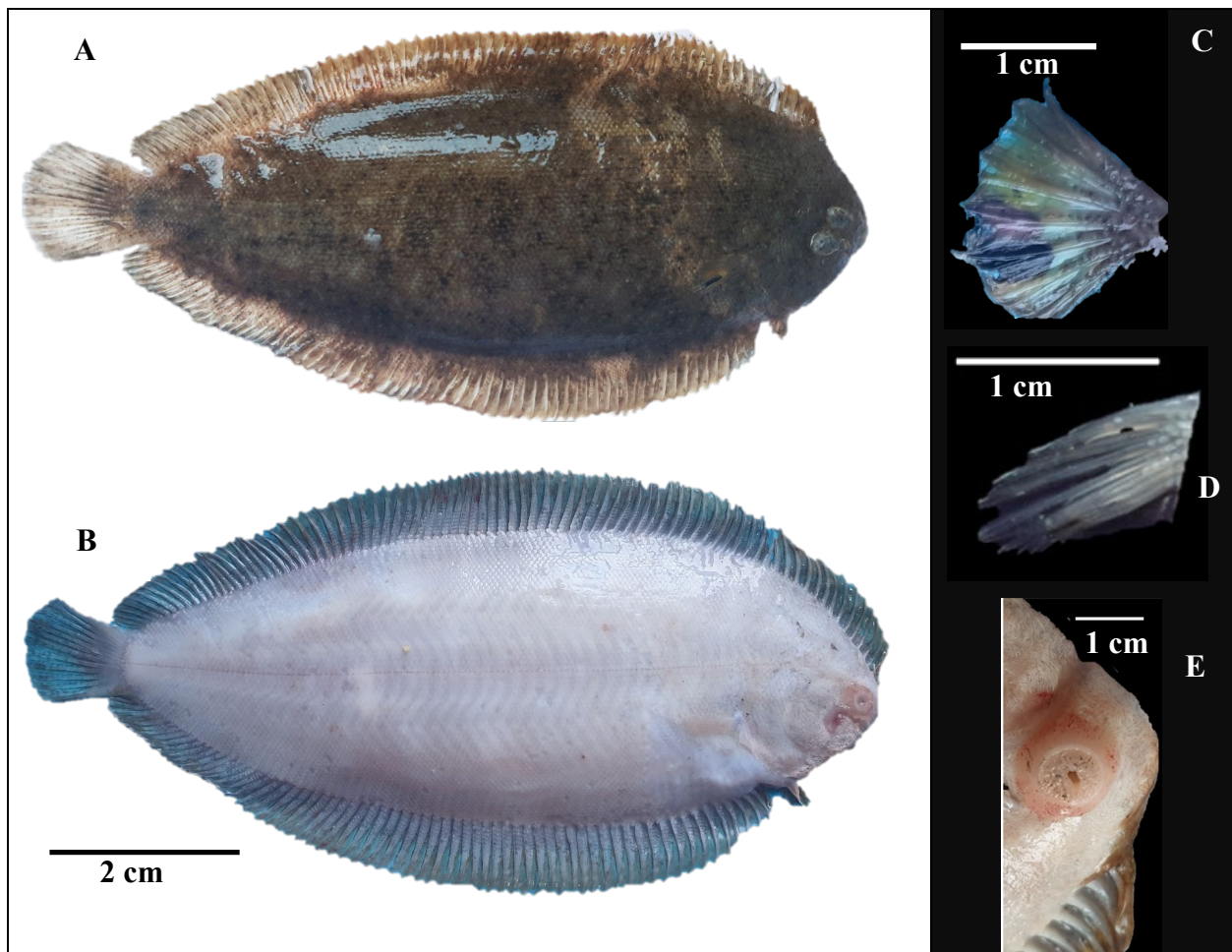
Les classifications traditionnelles (linnéennes et darwiniennes) ont été remplacées par la systématique phylogénétique plus récente, la classification de l'espèce étudiée est présentée selon (Froese et Poly, 2020) comme suit :

<b>Règne</b>	Animal (Linnaeus,1758)
<b>Phylum</b>	Chordés
<b>Sous-Phylum</b>	Vertébrés
<b>Super-classe</b>	Gnathostomes
<b>Classe</b>	Actinoptérygiens
<b>Ordre</b>	Pleuronectiformes
<b>Famille</b>	Soleidae, Bonaparte,1833
<b>Genre</b>	<i>Pegusa</i> Günther, 1862
<b>Espèce</b>	<i>Pegusa lascaris</i> (Risso,1810)

### 2.2.3. Diagnose de l'espèce

La sole de sable, *Pegusa lascaris* été identifiée à partir de la combinaison des caractères suivants

- Corps ovale, tête arrondie et légèrement pointue
- La couleur du côté oculé (Zénithale) est uniforme de couleur jaune brunâtre ou brun rougeâtre avec des taches obscures, mieux apparentes à l'état frais.,
- La nageoire pectorale du côté oculaire avec une tache noire distincte à son extrémité distale entourée de zones jaunes et blanches (Fig.2-C).
- Nageoire dorsale commençant sur un profil inférieur de la tête dans le bord avant de l'œil supérieur. Elle contient entre 69 et 87 rayons mous dorsaux
- Nageoire anale renferme entre 53 et 73 rayons mous.
- Elle ne possède ni d'épines dorsales, ni d'épines anales.
- Le dernier rayon des nageoires dorsale et anale sont joints par une membrane basse à la base de la nageoire caudale.
- Le nombre de vertèbre vari de 40 à 48 de vertèbres.
- La ligne latérale avec 149–151 écailles, la branche de la ligne supra-temporelle formant une courbe arrondie formant un arc.
- Narine antérieure du côté nadiral (aveugle) élargie et en forme de rosette (caractère distinctif du genre *Pegusa*), son diamètre est égal à celui de l'œil (Fig.2-E).
- La longueur des deux tubes nasaux et des écailles le côté zénithale (oculé) à peu près égale
- La lèvre inférieure du côté oculé est ondulée avec environ 6 lobes,



**Figure 2.** Morphologie et critères de reconnaissance de *P. lascaris*. A : face oculée ; B : Face aveugle ; C : pectorale de la face oculée, D : pectorale de la face aveugle ; E : narine de la face aveugle

### 2.3. Répartition géographique et bathymétrique

La sole de sable, *Pegusa lascaris* est présente dans l'Atlantique Est, du sud de la mer du Nord jusqu'au détroit de Gibraltar (Quéro *et al.*, 2003). Vers le sud, l'espèce est capturée du Maroc (Chakour et El Ouizgani, 2016) au golfe de Guinée (Blache *et al.*, 1970) et en Afrique du Sud (Tous *et al.*, 2015). L'espèce était autrefois connue dans la partie occidentale de la mer Méditerranée (Quéro *et al.*, 1986), mais elle a étendu sa distribution vers l'est dans la mer Adriatique (Lipej et Dulcic, 2010), les côtes de la Grèce (Papaconstantinou, 1988), Turquie (Bilecenoglu *et al.*, 2014), le bassin du Levant (Golani, 2005) et au sud au large de la côte égyptienne (Mehanna, 2007).

Au large du Maghreb, *Pegusa lascaris* est connue au large du Maroc (Lloris et Rucabado, 1998) et de l'Algérie (Marinaro et Bouabid, 1983 ; Allili, 1985 ; Ouabadi, 1991), tandis qu'au large de la Tunisie, Bradaï (2000) a signalé l'espèce dans le sud du golfe de Gabès, à partir d'observations antérieures faites cette zone.

*Pegusa lascaris* est une espèce benthique que l'on trouve sur les fonds à gravier, le sable ou la vase à des profondeurs de 5 à 350 m, plus communément à des profondeurs variant de 20 à 50 m (Tous *et al.*, 2015).

## 2.4. Biologie et écologie de *Pegusa lascaris*

### 2.4.1. Reproduction

Les soleidés plus précisément *P. lascaris*, qui présente une adaptation très spécialisée à la vie benthique est ovipare au moment de la maturité sexuelle, elle accomplit une plongée vers des eaux plus profondes. Ses œufs flottants sont toujours très nombreux. Les larves sont pélagiques mais descendront vers le fond, au cours de la métamorphose (Lahaye, 1972).

Comme chez tous les pleuronectiformes, la disposition des viscères n'est pas altérée par la perte de symétrie lors de la métamorphose, les gonades se trouvent dans la cavité abdominale, d'une part et d'autre du squelette axial (Forest, 1974).

- Chez les mâles, les gonades sont sous forme de deux hémisphères aplatis situés au niveau des nageoires pectorales et ne dépassant guère trois à quatre millimètres de long à l'état adulte ; leur couleur va du rose translucide au blanc laiteux (Forest, 1974).
- Chez les femelles, les gonades sont translucides, fermes et cylindriques. Ils atteignent au stade adulte fréquemment, plus des trois quarts de la largeur totale. Ils sont de couleur rose rougeâtre en début de maturation et ils deviennent jaune-orangé à l'apparition des œufs (Forest, 1974).

La période de ponte s'étend entre le mois de janvier et juin avec un taux de fécondité élevée.

### 2.4.2. Régime alimentaire

Le régime alimentaire de notre espèce se compose de trois principaux groupes taxonomiques, à savoir, les polychètes, les crustacés et les bivalves. Les mêmes groupes trophiques ont été signalés dans le régime alimentaire de la sole pole des côtes algériennes, des côtes bretonnes et des côtes portugaises. Cependant il faut bien noter qu'il existe des différences marquées de pourcentages de chaque proie par rapport à la zone d'étude. En effet il est très probable que le régime alimentaire de la sole pole dépend de son habitat et par conséquent de l'abondance de la faune benthique en relation avec cet habitat (Chakour *et al.*, 2016).

**2.5. Capture et commercialisation**

Il s'agit d'une espèce appréciée qui est capturée dans des chaluts de fond et fait face à une forte pression de pêche dans certaines régions méditerranéennes (Tous et al., 2015), en particulier au large des côtes égyptiennes où elle peut être surexploitée (Mehanna, 2007)..

La plupart des soleidés font partie des prises de la pêche semi-industrielles et artisanale .l'espèce *Pegusa lascaris* est capturée soit par une seine de plage ,filet maillant et chalut de fond cependant elle est occasionnellement capturée .Elle est commercialisé fraîche ou réfrigéré en vue de sa chair très estimée.

# **Chapitre 02**

## **Matériel et méthodes**

## 1. Récolte des données

L'échantillonnage est un moyen de sélection d'un sous-ensemble d'unités d'une population dans le but de recueillir des renseignements.

Dans le but d'obtenir des paramètres des informations biologiques sur le poisson, nous avons eu recours à échantillonner des spécimens de *Pegusa lascaris*. Ces derniers proviennent de la région centre du bassin algérien, principalement de la partie ouest : abri de pêche de Fouka Marine et à l'Est au niveau de l'abris de pêche de Cap Djenet. La période des prélèvements s'est étalée sur 5 mois allant de février à Juin 2020. En vue de la crise sanitaire lié à la pandémie au covid-19, un complément d'information nous a été donné par notre encadrante. Le tableau ci-dessous résume les effectifs que nous répartissons par type d'étude :

**Tableau 2.** Répartition des tailles et effectifs par étude

	Taille minimale	Taille maximale	Effectifs
<b>Reproduction</b>	11,4	26,5	192
<b>Etude de l'âge</b>	11,4	26,5	192
<b>Croissance</b>	11,4	26,5	193

## 2. Mensuration et pesée des poissons

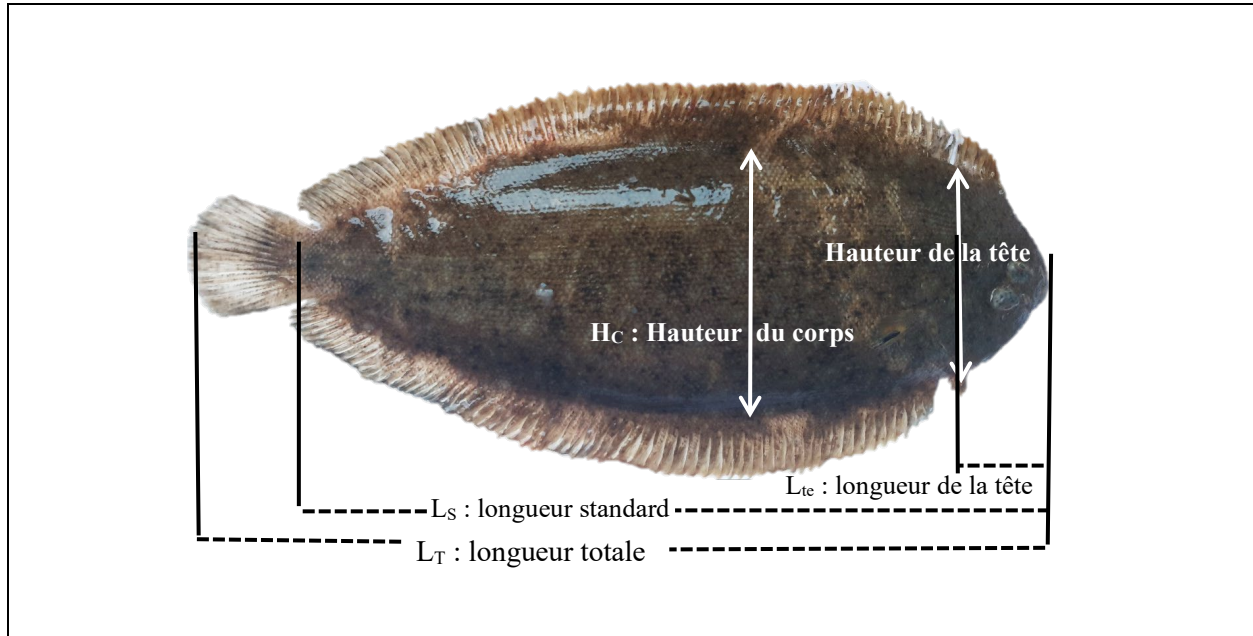
Des mensurations sont effectuées sur chaque individu à l'aide d'un ichtyomètre et d'un pied à coulisse ; les valeurs sont notées sur des fiches de prélèvement établies au préalable.

Le poids total du poisson et le poids éviscéré sont relevés et le sexe déterminé après incision de la paroi de la cavité abdominale.

Les principales mesures retenues pour cette étude sont définies de la manière suivante (Fig.3) :

- $L_T$  : longueur totale du poisson comprise entre l'extrémité de la bouche et les deux lobes de la nageoire caudale ramenés l'un sur l'autre.
- $L_s$  : longueur standard prise de la bouche jusqu'au niveau de l'origine des rayons de la nageoire caudale.
- $L_{te}$  : longueur de la tête, elle est prise de la bouche au bord postérieur de l'opercule.
- $H_{TE}$  : hauteur de la tête, elle est mesurée perpendiculairement à  $L_{Te}$
- $H_c$  : hauteur du corps, c'est la distance maximale dorso-ventrale du poisson.
- En outre, les mesures pondérales effectuées au centième de gramme près, concernent :
  - $P_T$  : poids total du poisson égoutté.
  - $P_E$ , poids éviscéré.
  - $P_G$ , poids des gonades

- $P_F$  : poids du foie



**Figure 3.** Mensurations morphométriques réalisées

### 3. Etude de la reproduction

Le cycle de reproduction est un ensemble de processus physiologiques et comportementaux, en rapport avec divers facteurs biotiques et abiotiques de l'environnement. On distingue classiquement la gamétogenèse et la ponte. La gamétogenèse est le processus physiologique qui est à l'origine du développement des gonades et conduit à la formation de gamètes (ovocytes et spermatozoïdes). La ponte est le moment critique du cycle reproducteur, qui comprend la séquence d'événements aboutissant à la libération des gamètes (maturation des ovocytes, ovulation, spermiogénèse), sous l'influence de stimuli spécifiques (Billard et Breton, 1978).

La présente étude vise à mieux connaître les traits sexuels de *Pegusa lascaris*. Elle a donc pour objectif de mieux connaître les différentes phases de leur cycle de reproduction et de déterminer la taille à la première maturité sexuelle dans les secteurs de pêche dans la région centre de l'Algérie.

#### 3.1. Répartition des sexes : sex-ratio

Le sex-ratio ou la sex-ratio, encore appelé rapport des sexes, est désigné par la proportion des individus de chaque sexe. En ne tenant compte que des individus ayant des gonades dont le sexe était bien identifiable et déterminé, les pourcentages de mâles, de femelles et de bisexués ont été estimés en fonction de la taille des individus. Le sex-ratio global est calculé uniquement à partir des individus dont la gonade est unisexuée.

### 3.2. Période de reproduction

Pour avoir une idée sur l'état de maturité sexuelle, nous avons effectué un examen et une description macroscopiques des gonades : forme et volume des ovaires et des testicules par rapport à la cavité viscérale et aspect de leur coloration et de leur vascularisation (Kartas et Quignard, 1984). L'observation fréquente d'un grand nombre de gonades permet l'attribution d'un stade à un poisson, de ce fait on arrive à une image la plus représentative possible du stade de maturité de la population étudiée et des changements qui y surviennent avec le temps.

Pour décrire la croissance relative des gonades par rapport à la masse du corps, on utilise fréquemment le rapport gonado-somatique (RGS) qui par  $RGS = (PG/PE) * 100$  (Bougis, 1952 ; Paugy *et al.*, 2006) qui est exprimé en pourcentage. Cet indice permet le suivi des variations pondérales des ovaires et des testicules qui se rencontrent au cours du cycle sexuel, appelé aussi indice gonado-somatique (IGS).

Dans la présente étude, le poids total a été remplacé par le poids éviscéré ( $P_E$ ), ceci afin de réduire les erreurs dus à l'embonpoint.

Le suivi mensuel de cet indice et des stades de maturité permet de connaître les périodes d'activité sexuelle des poissons ainsi que les périodes de ponte chez les femelles et d'émission chez les mâles.

### 3.3. Facteurs de conditions

Le phénomène de maturation des gonades et l'émission des produits génitaux nécessitent un apport considérable de métabolites et une dépense énergétique importante.

Ces processus s'accompagnent donc de l'utilisation des réserves emmagasinées (Harchouche, 2006). L'analyse d'un facteur de condition peut indiquer si un individu étudié est en bonne ou mauvaise condition par rapport aux normes spécifiques. Plusieurs coefficients ont été proposés, mais dans le présent travail, nous avons retenus les indices les plus simples à calculer :

Le rapport hépato-somatique (RHS), nous renseigne sur le lieu de stockage des réserves nutritives pendant le cycle sexuel (Chemmam *et al.* 2002). Il est défini par l'équation

$$RHS = \frac{PF}{PE} * 100$$

Le coefficient composite ou de Fulton K (Postel, 1973), est défini par une relation dont le calcul est basé sur une hypothèse de croissance pondérale isométrique où le paramètre b qui définit l'allométrie dans la relation taille-poids est égale à 3, ( $K = 100 * P_E / L_T^3$ ). Cet indice traduit l'embonpoint du poisson en fonction des saisons et du sexe.

### 3.4. Taille à la première maturité sexuelle

La définition de la taille à la première maturité peut différer selon les auteurs, elle peut être définie d'une manière statistique ou biologique. Certains auteurs comme Mac Gregor (1968) considèrent, la taille à la première maturité comme étant la taille du plus petit individu en état de se reproduire observé dans les échantillons, d'autres auteurs plus rares considèrent que la taille à la première maturité est celle à laquelle l'ensemble des individus sont capables de se reproduire ; nous désignerons cette taille par le terme "taille à la complète maturité".

Pour Fontana et Le Guen (1969) la taille à la première maturité est celle à laquelle 50 % des individus sont capables de se reproduire.

Vu la non-disponibilité d'échantillons immatures durant notre période d'échantillonnage, nous avons retenu la première définition qui désigne la taille minimale à la première maturité.

## 4. Estimation de l'âge

Au fil des ans, l'importance reconnue des études d'estimation de l'âge a généré une évolution de plus en plus active de ce domaine de recherche en halieutique. L'âge est une donnée indispensable pour l'étude de la démographie et de la dynamique des populations naturelles, exploitées ou non (Lamotte et Bourlière, 1975). Les informations sur l'âge chez les poissons est utile à la connaissance de la chronologie des étapes de la vie des individus et des populations : âge au recrutement, âge à la maturité sexuelle, périodes et nombres de reproductions, âge à la migration, longévité et mortalité.

La procédure d'estimation de l'âge regroupe toutes les techniques du prélèvement des pièces calcifiées jusqu'à la fourniture de la clé tailles/âges, celle-ci est spécifique à chaque espèce voire à chaque population (Mahé *et al.*, 2009). L'étude de ces pièces calcifiées entre dans le domaine de la sclérochronologie, discipline qui vise à reconstruire l'histoire vécue par les organismes vivants. Étymologiquement, le terme « Sclérochronologie » est dérivé des racines grecques sklêros « dur », khronos « temps » et logos « étude » (Panfili *et al.*, 2002).

Cependant, mis à part des méthodes individuelles qui reposent sur l'observation des marques de croissance, il existe des méthodes statistiques, appliquées à un groupe d'individus, qui donnent un âge moyen, nous citons dans ce type : méthodes de Petersen (1892), Harding (1949), Tanaka (1956), Bhattacharya (1967) et Gheno et Le Guen (1968). Ces méthodes indirectes s'appuient toujours sur l'analyse des distributions de variables morphométriques pour des populations échantillonnées régulièrement (Daget et Le Guen, 1975 ; Do Chi, 1977 ; McDonald, 1987).

La clé âge/ longueur est un tableau montrant, pour chaque classe de longueur des poissons d'un stock donné, la distribution des fréquences d'âge est exprimée en effectifs, en pourcentage ou de façon fractionnaire. Dès lors qu'on dispose de cette clé, les échantillons de poissons qui n'étaient mesurés jusque-là qu'en longueur peuvent être distribués en groupes d'âge conformément à la clé. L'objectifs de ce chapitre vise à déduire les clés âges-taille à partir de la distribution des fréquences de taille par la méthode de Bhattacharya (1967) et à partir des clé âge longueurs obtenues de la bibliographie.

#### 4.1. Clé âge-longueur moyenne : Méthode Bhattacharya (1967)

La méthode de Bhattacharya consiste à séparer des composantes normales, représentant chacune une cohorte de poissons, de la distribution globale, en partant du côté gauche de celle-ci. Une fois déterminée la première composante normale, celle-ci est retirée de la distribution totale et ainsi de suite tant qu'il est possible de séparer des composantes normales de la distribution totale. L'ensemble du processus peut être divisé en étapes successives (Sparre et Venema, 1996)

- a. Déterminer une pente non perturbée (nette) d'une distribution normale à la partie gauche de la distribution totale (Repérer les points successifs les plus alignés, formant un nuage de point négatif).
- b. Déterminer la distribution normale de la première cohorte par la transformation en droite.
- c. Déterminer les effectifs des poissons par classe de longueur appartenant à cette première cohorte, puis les soustraire de la distribution totale.
- d. Répéter le processus pour la distribution partir de la gauche, jusqu'à ce qu'on distribution normale nette.
- e. Rapporter les longueurs moyennes des cohortes déterminées aux étapes 1 et 4 à la différence d'âge entre les cohortes.

#### 4.2. Clé âge-longueur à partir d'une clé âge-longueur hypothétique

Afin de générer notre clé âge longueur, nous avons utilisé des clés âges-longueurs retrouvées dans la bibliographie, ces clés sont obtenues par la lecture des otolithes. On peut alors calculer une clé âge-longueur hypothétique dont les effectifs sont exprimés en fréquences (Tab. 3) pour affecter des âges à notre échantillon de fréquences de longueur (dont on ignore la composition par âge).

**Tableau 3.** Exemple de Clé âge-longueur hypothétique

Classe de longueur cm	Groupe d'âge 0	Groupe d'âge 1	Groupe d'âge 2	Total
5-10	1	0	0	1
10-15	0,25	0,75	0	1

15-20	0	0,5	0,5	1
20-25	0	0,1	0,9	1

## 5. Etude de la croissance

Tout comme la composition en âge, pour les poissons, la croissance est l'un des phénomènes les plus étudiés en dynamique des populations capturées (Panfili, 1992). En effet, les taux de croissance, de mortalité et de recrutement, sont trois paramètres très importants à estimer pour la mise au point des programmes de gestion des pêcheries (Summerfelt et Hall, 1987).

Le modèle de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938) est l'un des premiers modèles physiologiques de croissance d'un poisson connus. Il repose sur une équation différentielle qui décrit l'augmentation du poids comme une différence entre deux processus : l'anabolisme (processus de synthèse) et le catabolisme (processus de dégradation). Ces processus sont liés au poids par des relations allométriques. L'intégration de l'équation différentielle de départ donne l'équation de croissance linéaire de von Bertalanffy (1938)

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$L_\infty$  est la longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la taille moyenne qu'atteindrait un poisson qui pourrait vivre et grandir indéfiniment ;

$K$  est le coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le poisson croît vers la longueur asymptotique ;

$t_0$  est l'âge théorique pour lequel le poisson a une longueur nulle. Il désigne le point de départ de la courbe de croissance sur l'axe des temps si le poisson avait grossi selon le modèle de croissance de von Bertalanffy.

Bien que von Bertalanffy ait justifié son modèle par des considérations métaboliques, il est préconisé de le voir comme un modèle descriptif, et être prudent de ne pas attribuer trop de signification biologique aux paramètres  $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$  qui ne font que résumer l'ensemble des données disponibles (Pecquerie, 2007).

### 5.1. Paramètres de la croissance linéaire

La méthode des moindres carrés (régression non-linéaire) nous a permis l'estimation des paramètres  $K$ ,  $L_\infty$  et  $t_0$  des équations de croissance individuelle (Cadima, 2002). Les valeurs initiales de  $K$ ,  $L_\infty$  et  $t_0$  peuvent être obtenues à travers de la régression linéaire simple en utilisant plusieurs méthodes entre autres, nous citons les méthodes de Ford-Walford (1933-1946), Gulland et Holt (1959), Tomlinson et Abramson (1961) et Méthode de Stamatopoulos et Caddy (2011). Ces deux dernières ont été appliquées pour la présente étude.

Les auteurs présentent une méthode pour évaluer  $K$ ,  $L_\infty$  et  $t_0$ . Pour cela l'équation de von Bertalanffy est exprimée comme une relation linéaire de  $L_t$  contre  $e^{-Kt}$ .

Considérer ainsi  $n$  paires de valeurs  $t_i$ ,  $L_i$  où  $t_i$  est l'âge et  $L_i$  la longueur de l'individu  $i$  avec  $i=1,2,\dots,n$ . L'équation de von Bertalanffy, dans sa forme générale, est comme suit :

$$L_\infty - L_t = (L_\infty - L_a) \cdot e^{-K(t-t_a)}$$

Qui peut être écrite aussi sous la forme :

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - L_a) \cdot e^{-Kt} \cdot e^{+Kt_a}$$

Comme on peut le voir, l'équation antérieure est de forme linéaire simple,  $y = a + bx$ , où

$$y = L_t ; x = e^{-Kt} ; a = L_\infty \text{ et } b = - (L_\infty - L_a) \cdot e^{+Kt_a}$$

Si l'on adopte  $L_a = 0$  on aura  $t_a = t_0$ , mais en contrepartie si l'on adopte  $t_a = 0$  on aura  $L_a = L_0$ . De toute façon les paramètres à évaluer à partir de  $a$  et  $b$  seront  $L_\infty$ ,  $t_0$  ou  $L_0$ .

Ainsi les auteurs proposent l'adoption d'une valeur de  $K$ , soit,  $K_{(0)}$ , et par régression linéaire simple entre  $y$  ( $L_t$ ) et  $x$  ( $e^{-Kt}$ ) évaluer  $a_{(0)}$ ,  $b_{(0)}$  et  $r^2_{(0)}$ . La procédure peut être répétée pour diverses valeurs de  $K$ , soit,  $K_{(1)}$ ,  $K_{(2)}$ ,.... On pourra alors adopter la régression qui résulte dans la plus grande valeur de  $R^2$ , à laquelle correspondra  $K_{\max}$ ,  $a_{\max}$  et  $b_{\max}$ . Ces valeurs de  $a_{\max}$ ,  $b_{\max}$  et  $K_{\max}$  permettront l'obtention des valeurs des paramètres restants.

Un processus pratique pour trouver  $K_{\max}$  pourra être :

- (1) Sélectionner deux valeurs extrêmes de  $K$  qui incluent la valeur prétendue, par exemple  $K=0$  et  $K=2$  (pour des difficultés pratiques utiliser  $K = 0.00001$  au lieu de  $K = 0$ ).
- (2) Calculer les 10 régressions pour des valeurs de  $K$  comprises entre ces deux valeurs en intervalles égaux.
- (3) Les 10 valeurs correspondantes de  $R^2$  obtenues permettront de sélectionner deux nouvelles valeurs de  $K$  qui déterminent un autre intervalle plus petit que celui de (1) contenant la valeur de  $R^2$  maximum obtenue.

Les étapes (2) et (3) peuvent se répéter jusqu'à l'obtention de valeurs de  $K$  avec l'approximation voulue. Généralement cette étape ne nécessite pas beaucoup de répétitions. L'application de la méthode Stamatopoulos (2011) est réalisé par le logiciel vonbit.

La méthode de Tomlinson et Abramson basée sur l'ajustement de type de moindres carrés. Cette méthode estime les paramètres de telle sorte que la somme des carrés des écarts entre le modèle et les observations soit minimale.

Les couples de données âge-longueur obtenus par la lecture directe et par rétro-calcul sont introduits dans le programme FISAT II (Gayaniilo *et al.*, 2005), dans le module "Assess", on sélectionne "Analyse of Length-at-Age data". Le programme réalise les itérations menant à

l'obtention des paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de croissance linéaire et la courbe de von Bertalanffy (1938).

### 5.2. Estimation de la vitesse et du taux de croissance

L'indice de performance de croissance  $\Phi'$  (en  $\text{cm}\cdot\text{an}^{-1}$ , Munro, 1984) permet la comparaison de la croissance entre différentes populations d'une même espèce et entre plusieurs espèces :

$$\Phi' = \log_{10}(K) + 2 \log_{10}(L_{\infty})$$

Il existe aussi plusieurs mesures du taux de croissance. Les plus connus sont le « taux absolu de croissance », défini comme le changement de longueur (ou de poids) d'un poisson par intervalle de temps.

Le taux de croissance absolue à chaque âge ( $G_x$ , en  $\text{cm}\cdot\text{an}^{-1}$ ) permet d'évaluer le taux de croissance en longueur pour chaque groupe d'âge ( $L_x$ ), selon la formule (Stevenson et Campana, 1992) :

$$G_x = K(L_{\infty} - L_x)$$

### 5.3. Relations biométriques

Les relations mathématiques entre les valeurs de deux dimensions du corps du poisson sont établies par sexe selon un ajustement de type moindre carré. Les variables mises en jeu sont :

- Longueur totale – Longueur standard ( $L_T - L_S$ ),
- Longueur totale – Hauteur du corps ( $L_T - H_c$ ),
- Longueur totale – Longueur de la tête ( $L_T - L_{te}$ ),
- Longueur totale – Hauteur de la tête ( $L_T - H_{te}$ ),

Ces mensurations sont reliées entre elles par une relation linéaire  $y = a x + b$ . Les coefficients  $a$  et  $b$  sont obtenus par une courbe de tendance linéaire où la progression de  $b$  (pente) déterminera le type de croissance entre les deux grandeurs mesurées d'une même dimension. L'allométrie est testée par le test  $t$  de comparaison de la valeur de  $a$  (pente observée) à la valeur de 1 (pente théorique), trois cas se présentent :

- $a = 1$  c'est-à-dire que la croissance est isométrique, ce qui signifie que  $L_T$  et les reste des mensurations sont proportionnelles ;
- $a < 1$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie minorante,  $L_T$  croît relativement moins rapidement que le reste des mensurations ;
- $a > 1$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie majorante,  $L_T$  croît plus rapidement que le reste des mensurations.

### 5.4. Relation taille-poids

Cette relation relie le poids ( $P_T$ ) à sa taille ( $L_T$ ), c'est une relation d'allométrie (Daget, 1976) qui s'écrit comme suit :

$$P_T = a L_T^b$$

a: est une constante fonction des unités utilisées,

b : représente le coefficient d'allométrie.

L'obtention des coefficients a et b se fait par une courbe de tendance puissance où la progression de b déterminera le type de croissance, l'allométrie est testée par le test t de comparaison de la valeur de b (pente observée) à la valeur de 3 (pente théorique), trois cas se présentent :

- $b = 3$  c'est-à-dire que la croissance est isométrique qui signifie que  $L_T$  et  $P_T$  sont proportionnels ;
- $b < 3$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie minorante,  $P_T$  croît moins vite que le cube de  $L_T$  ;
- $b > 3$  c'est-à-dire qu'il y a une allométrie majorante  $P_T$  croît plus vite que le cube de  $L_T$ .

### 5.5. Croissance pondérale

La combinaison la relation de la croissance linéaire de von Bertalanffy et la relation taille-poids l'équation de croissance pondérale s'écrit comme suit :

$$P_t = P_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

$$P_\infty = a L_\infty^b$$

$P_\infty$ : poids asymptotique en gramme,  $L_\infty$  : longueur totale asymptotique en centimètre, a ; b : coefficients de la croissance relative entre le poids et la longueur.

## 6. Analyse statistique des résultats

### 6.1. Test du khi deux

Une comparaison des proportions des deux sexes au risque de 5% est vérifiée par le test du Khi-deux (Dagnelie, 1975).

$$\chi^2 = (M^2 / f) + (F^2 / f) - n$$

M : nombre des mâles ; F : nombre des femelles ; n : nombre des mâles (M) et femelles (F) dans l'échantillon ;  $f = n/2$  : fréquence absolue théorique pour chaque sexe.

L'hypothèse nulle est rejetée au niveau de signification  $\alpha = 0,05$  lorsque  $\chi^2$  calculé est supérieur ou égal à la valeur théorique ( $\chi^2_{1-\alpha}$ ) de la distribution du  $\chi^2$  à la valeur 1 degré de liberté. Ce test n'est valable que pour des effectifs mâles ou femelles supérieurs à 5 (Dagnelie, 1975).

### 6.2. Analyse de la covariance

Selon Scherrer (2007), l'analyse de covariance (Ancova) procède à la fois de l'analyse de variance et de la régression linéaire simple. Vue de la manière la plus générale possible, c'est une méthode qui permet de modéliser ensemble les influences d'une variable qualitative multi classe (critère de classification) et d'une variable quantitative sur une variable dépendante quantitative.

La corrélation entre la longueur du poisson ( $L_T$ ) et chaque paramètre métrique a été testée ; les moyennes de chaque paramètre ont été comparées entre les deux sexes. Les pentes des droites de régression de la relation ( $L_T$ ) et chaque mensuration morphométrique des deux sexes ont également été comparées.

Les tests ANCOVA ont été réalisés à l'aide du logiciel R (R 3.4.0-A Langue Environnement ©2017) dans le but de savoir s'il existait une différence de forme entre les deux sexes.

# **Chapitre 03**

## **Résultats et discussions**

## 1. Décomposition des échantillons

Notre étude a porté sur un total de 193 données sur des spécimens de *P. lascaris* collectés au niveau des différents débarquements de la zone d'études. Les répartitions des effectifs par sexe et durant le temps sont indiquées par la figure 04.

Comme on le constate, le mois d'Avril est le mois où les échantillons sont le plus disponibles.

Il est à signaler que dans la présente étude sur la reproduction, les individus indéterminés ne sont pas pris en compte.

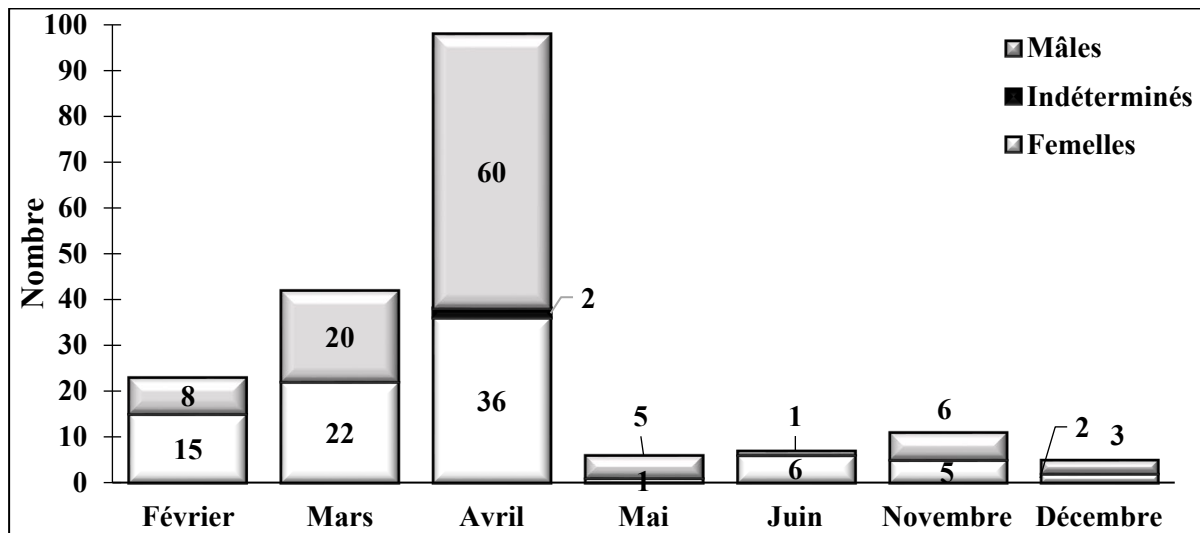


Figure 4. Répartition mensuelle des données étudiées

## 2. Estimation des indices de la reproduction

### 2.1. Identification du sexe et maturité des gonades

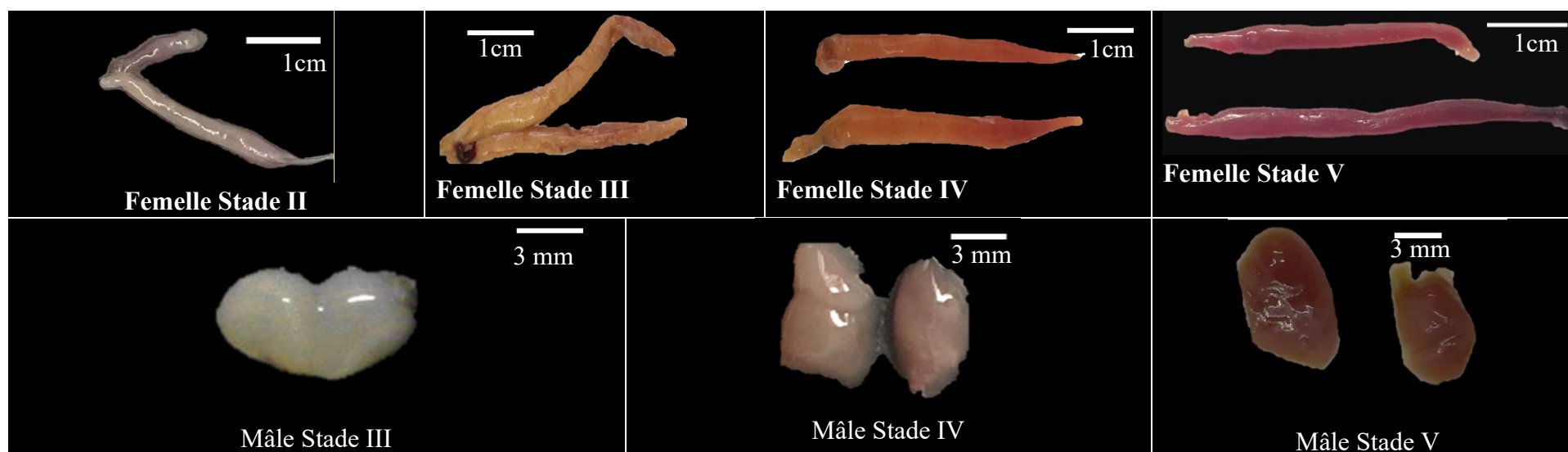
Il est important de définir les différents types de gonades observées avant d'entreprendre l'étude de la reproduction, l'âge et la croissance par sexe. L'observation des gonades de l'ensemble des individus échantillonnés révèle l'existence d'individus des mâles et femelles :

- Chez les mâles, les gonades sont sous forme de deux hémisphères aplatis situés au niveau de la cavité abdominale et ne dépassant guère trois à quatre millimètres de long à l'état adulte ; leur maturation macroscopique est difficile à suivre.
- Chez les femelles, les ovaires sont plus développés et se distinguent bien par leur forme tubulaire. Ils atteignent, au stade adulte fréquemment, plus des trois quarts de la largeur totale.

Les stades sexuels classiques ont été déterminés (Tab 4). Les stades macroscopiques ont été attribués en se basant sur l'échelle donnée par Ouabadi (1991). Les stades sont classés comme suit : stade I, immature ; II, début de maturation ; III, maturation ; IV, ponte/émission de sperme ; V, post-ponte/post-émission.

**Tableau 4.** Échelle macroscopique des stades de maturité sexuelle chez les femelles et les mâles (Ouabadi, 1991).

Stades de maturité des femelles	Caractères macroscopiques des ovaires	Stades de maturité des mâles	Caractères macroscopiques des testicules
<b>Stade I</b> Immature	Les ovaires sont transparents, légèrement rosâtres filamenteux à membrane fine, la vascularisation est à peine visible.	<b>Stade I</b> Immature	Les testicules sont blanchâtres, avec une section ronde et quelques rares vaisseaux sanguins.
<b>Stade II</b> Initiation du cycle	Les ovaires sont moins transparents, mieux vascularisés, de coloration jaunâtre, les ovocytes y sont visibles à l'œil nu.	<b>Stade II</b> Initiation du cycle	Les testicules sont blanc laiteux avec une section aplatie ne laissant écouler aucun liquide à l'incision.
<b>Stade III</b> Pleine maturation	Les ovaires sont jaunes orangés et très gros, les ovocytes sont bien visibles avec une membrane cytoplasmique nette.	<b>Stade III</b> Pleine Maturation	Les testicules sont plus volumineux, laissant écouler du sperme blanchâtre à l'incision et à la pression sur l'abdomen.
<b>Stade IV</b> Ponte	Les ovaires sont fortement vascularisés avec des ovules translucides parfaitement individualisés et expulsés à la moindre pression sur l'abdomen.	<b>Stade IV</b> Émission du sperme	Les testicules sont gros et mous, libérant de la laitance avec de nombreux grumeaux.
<b>Stade V</b> Post ponte	Les ovaires sont très vascularisés, vides et flasques, rouge foncé, présentant des tâches marronnes qui correspondent à des zones de sclérose ou à des ovocytes résiduels atrésiques.	<b>Stade V</b> Post émission	Les testicules sont épuisés, richement vascularisés laissant écouler des traces de sperme donnant à l'organe un aspect de lait caillé.



**Figure 5.** Illustration de quelques stades macroscopiques de maturité des ovaires et des testicules.

## 2.2. Répartition des sexes

Les distributions des effectifs en classes de tailles selon le sexe (mâle/femelle) sont présentées dans la figure 5. Sur l'ensemble des individus ayant servi à l'étude de la reproduction (Mâles, femelles et bisexués), les gammes de taille s'échelonnent de 12 à 26 cm.

La distribution des fréquences des tailles de l'échantillon est de la forme gaussienne, indiquant, vraisemblablement, la présence d'une cohorte (Fig.5-A), ce qui ne donne aucune indication sur le nombre de sous populations présentes dans les échantillons.

Les individus les plus pêchés de *P. lascaris* ont une longueur totale qui va de 16 à 22 cm avec une valeur modale de 18 cm. Les tailles des femelles s'échelonnent entre 11,4 et 26,5 cm, elles ont une taille modale de 16 cm et une taille moyenne de 19,20 cm. Pour les individus mâles, les tailles sont comprises entre 12,6 et 24,6 cm, pour une taille moyenne atteignant 17,83 cm. L'analyse de Covariance (ANCOVA) a révélé une différence non significative entre les tailles moyennes des deux sexes ( $P > 0,05$ ).

*P. lascaris* est une espèce gonochorique sans apparence d'un dimorphisme sexuel externe. Cette caractéristique, qui est commune aux espèces de Soleidae (Quéro *et al.*, 1986 ; Desoutter, 1994), a également été observé dans les côtes algériennes par Ouabadi (1991) et au large de la côte ouest de la Bretagne (Deniel *et al.*, 1989). Cependant, les femelles semblent atteindre des tailles plus grandes que les mâles. La différence entre les mâles et les femelles est probablement dû au fait que la longueur maximale est corrélée avec la taille de la gonade. Chez les mâles, le testicule apparaît comme un petit organe dont le poids change à peine avec la croissance et maturité.

Chez la sole de sable, le pourcentage des individus femelles est de 45,31% contre 53,65% pour les mâles.

Lorsque l'on examine la distribution des sexes en fonction des saisons (Fig.6-B), on constate se sont les femelles qui dominant pendant les saisons hivernale et estivale, et les mâles durant les deux autres saisons.

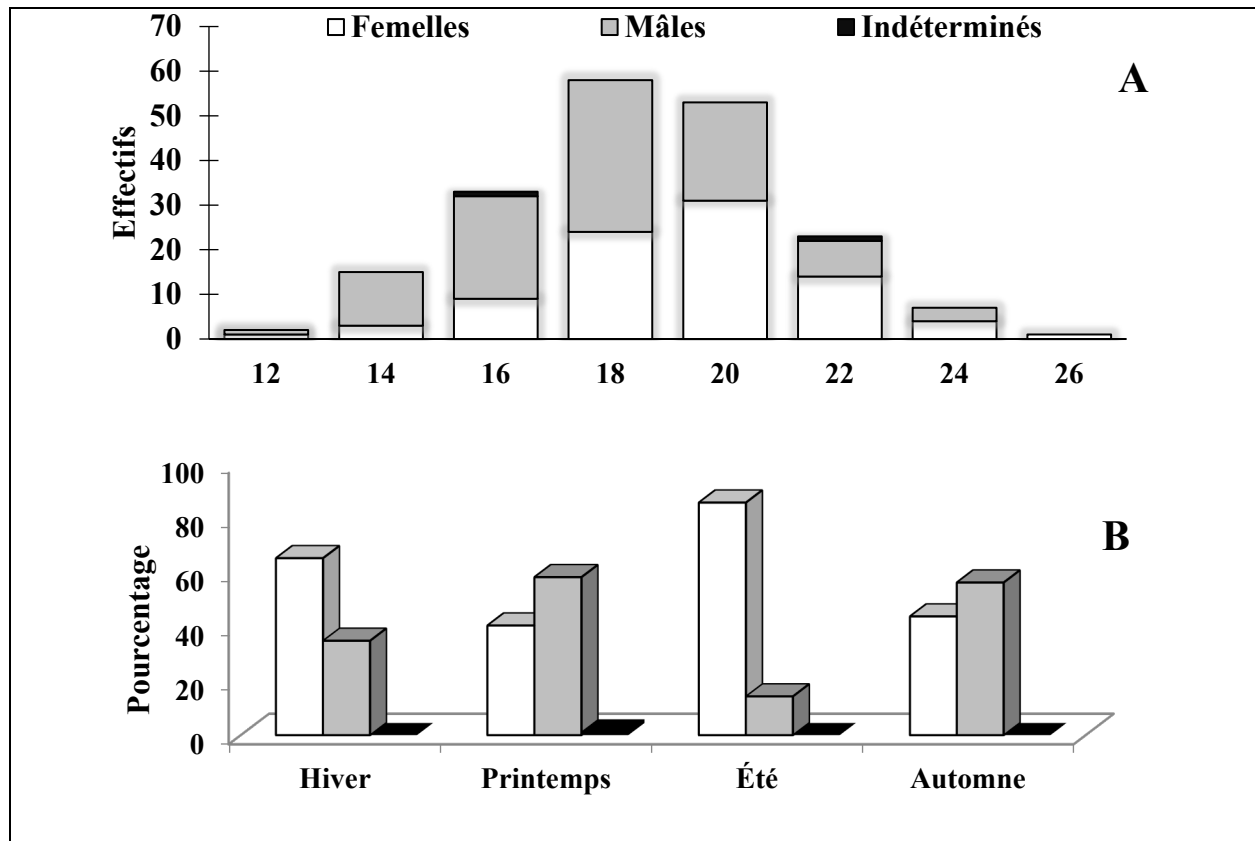


Figure 6. Répartition par taille (A) et par saison (B) des femelles et des mâles de *P. lascaris*

### 2.3. Sex-ratio (SR)

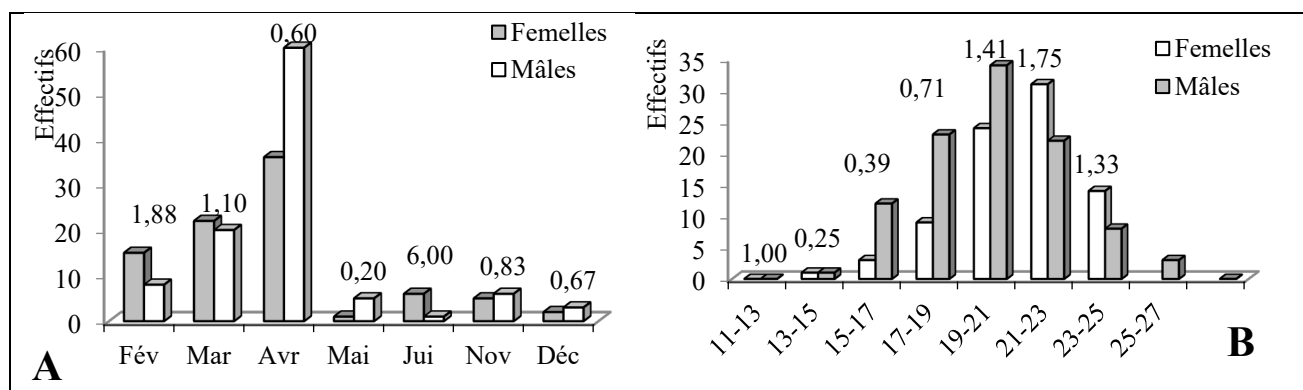
En ne comptant que les individus unisexués, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 5. Le sex-ratio global exprimé par le taux de féminité (effectifs femelles/effectifs mâles) était de 1 femelles pour 1,18 mâles (SR= 1 :1,18 ), en se référant au test du khi 2, la différence n'est pas significative ( $\chi^2$  observé de 1,35 <  $\chi^2$  théorique de 3,84).

En observant les valeurs saisonnières du sex-ratio, il en ressort que ce paramètre n'est en faveur des mâles de *P. lascaris* qu'uniquement au printemps (SR>1 ;  $\chi^2 > 3,84$  ; P < 0,05). Pour les autres saisons, on note un équilibre (SR=1 ;  $\chi^2 < 3,84$  ; P > 0,05).

En analysant la répartition mensuelle du sex-ratio (Fig 7-A), on constate que d'une manière générale, hormis le mois d'avril, le sex-ratio n'est pas significativement différent de 1 chez *P. lascaris* (SR=1 ;  $\chi^2 < 3,84$  ; P > 0,05). En effet durant le mois d'avril, ce sont les mâles qui sont prépondérants avec une valeur de SR significativement inférieur à 1 ( $\chi^2$  ; P > 0,05). Par ailleurs, les variations du sex-ratio sont suivies en fonction de la taille totale du poisson, les résultats obtenus sont rapportés par la Figure 7-B. Il apparaît qu'à partir d'une taille de 17 cm le sex-ratio est en équilibre (SR=1,  $\chi^2 < 3,84$ , p > 0,05). En dessous de la taille de 17 cm, et en excluant la première classe, les mâles sont significativement dominants.

**Tableau 5.** Sex-ratio (SR) de *P. lascaris* des côtes centre de l’Algérie (\* : valeur significative)

Saisons	Femelles	Mâles	SR	$\chi^2$ calculé
Hiver	15	8	1,88	2,13
Printemps	59	85	0,69	4,69*
Été	6	1	6,00	3,57
Automne	7	9	0,78	0,25
Global	87	103	0,84	1,35



**Figure 7.** Répartition mensuelle et par taille des pourcentages des sexes et valeurs du sex-ratio correspondantes.

#### 2.4. Maturité des gonades et période de reproduction

Le suivi mensuel du RGS (Fig. 9) qui décrivent des profils moyens a permis de constater que la période de reproduction que la maturation des produits génitaux débute à partir du mois de mars et s’étale à juin.

Le RGS moyen est à sa valeur maximale en avril pour les mâles avec une valeur de 1,11 et en juin pour les femelles avec une valeur de 3,98.

Les stades IV correspondent aux valeurs moyennes maximales du RGS pour les deux sexes de toutes les espèces (Tab.6), ce qui concorde avec les observations macroscopiques. En effet, après ce stade, l’indice diminue ce qui traduit le retour à un état de repos sexuel.

Vu le peu d’effectifs ayant de grandes tailles, nous nous ne pouvons pas se prononcer avec certitude quant à la période exacte de ponte et d’émission des spécimens, néanmoins elle se déroulerait durant la période où les valeurs du RGS étaient maximales.

Durant notre étude, nous avons constaté que les ovaires matures atteignent un poids moyen de 9 fois plus que les testicules au stade IV et le pourcentage maximal du poids des gonades par rapport au poids corporel est de 8 fois plus grand.

Par conséquent, l’attribution des stades de maturité à l’aide d’une échelle macroscopique peut être utilisée pour déterminer la période de frai, mais pas pour classer individuellement l’ovaire de

chaque femelle. En ce qui concerne West (1990) indique que l'utilisation d'échelles macroscopiques pour analyser les modèles de développement saisonnier peuvent être acceptables, bien que lorsqu'ils sont utilisés comme attribut d'un poisson individuel, les erreurs peuvent être trop élevées.

Sur la côte ouest de la Bretagne, la reproduction, au contraire, est saisonnière, de mai à août. Du fait que la côte ouest de la Bretagne est proche de la limite nord de la répartition géographique de l'espèce, les individus ont des conditions appropriées toute l'année pour survivre et grandir mais pas pour se reproduire, en raison de la tolérance écologique aux facteurs environnementaux. Cependant, les valeurs des principaux facteurs environnementaux (température, salinité et photopériode) aux Canaries se situent au milieu de la fourchette de celles correspondant à l'ensemble de l'aire de répartition.

La relation entre l'amplitude du cycle de reproduction et la variation des facteurs environnementaux a également été observée chez *Solea solea*, espèce dont l'amplitude de la période de frai change en fonction de l'aire géographique (Rijnsdorp *et al.*, 1992).

Contrairement à notre observation, *P. lascaris* fraie au large de l'archipel des Canaries tout au long de l'année, il semble y avoir deux pics d'activité maximale de reproduction (Pajuelo et Lorenzo, 2008).

La saison de reproduction prolongée observée chez *P. lascaris* est généralement caractéristique des reproducteurs partiels (Nikolskii, 1963) et des poissons vivant dans des environnements variables et instables et / ou hautement productifs (Tomasini *et al.*, 1996). Le frai non saisonnier avec une augmentation de l'activité au cours de différentes périodes de l'année est courant dans les populations habitant des zones à cycle océanographique de faible amplitude (Grimes, 1987).

La variation de la saison de frai avec la répartition géographique de l'espèce pourrait s'expliquer parce que les poissons peuvent ajuster leur saison de frai pour synchroniser la date d'éclosion des larves avec la saison la plus favorable à l'alimentation des larves (Abookire, 2006). Des périodes de frai prolongées liées aux conditions environnementales ont également été observées pour d'autres espèces de sole (Thangaraja et Ramamoorthi, 1982; Muus et Nielsen, 1999; Afonso-Dias *et al.*, 2005).

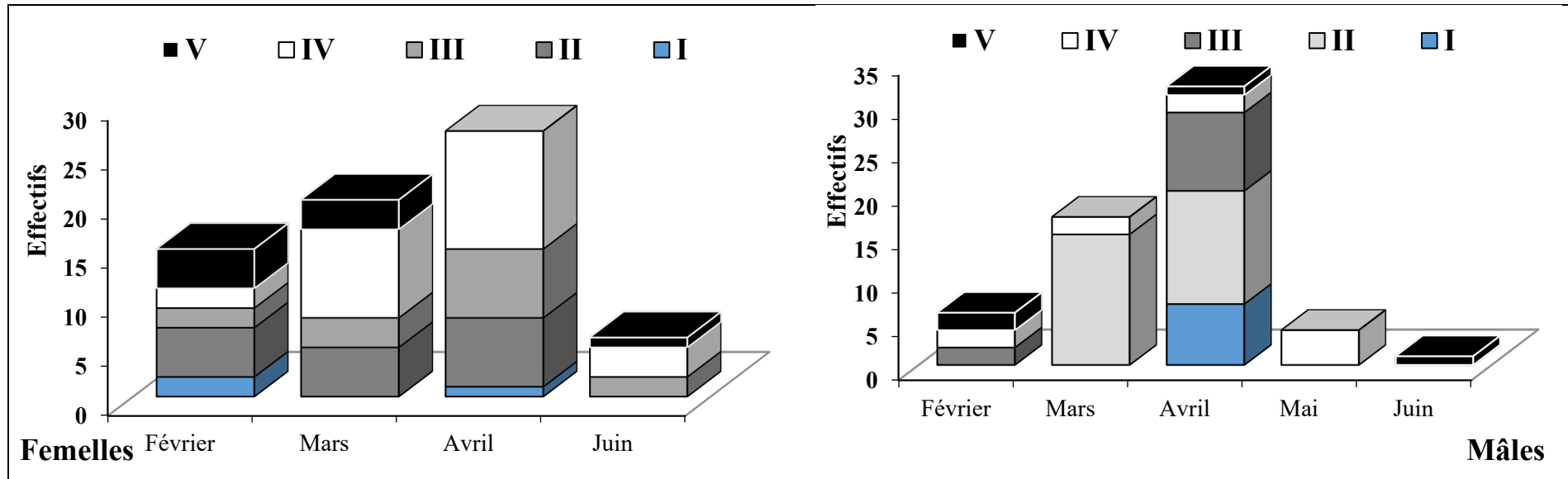


Figure 8 . Évolution mensuelle des stades de maturité sexuelle chez les femelles et mâles de *P. lascaris*

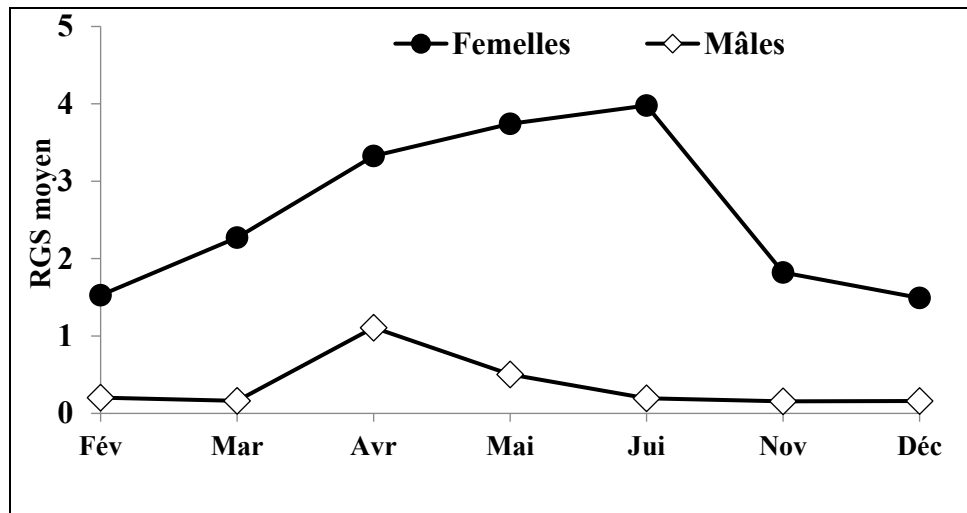


Figure 9 . Évolution mensuelle du rapport gonado-somatique de *P. lascaris*

Tableau 6. RGS moyen des stades de maturité sexuelle chez les femelles et mâles de *P. lascaris*

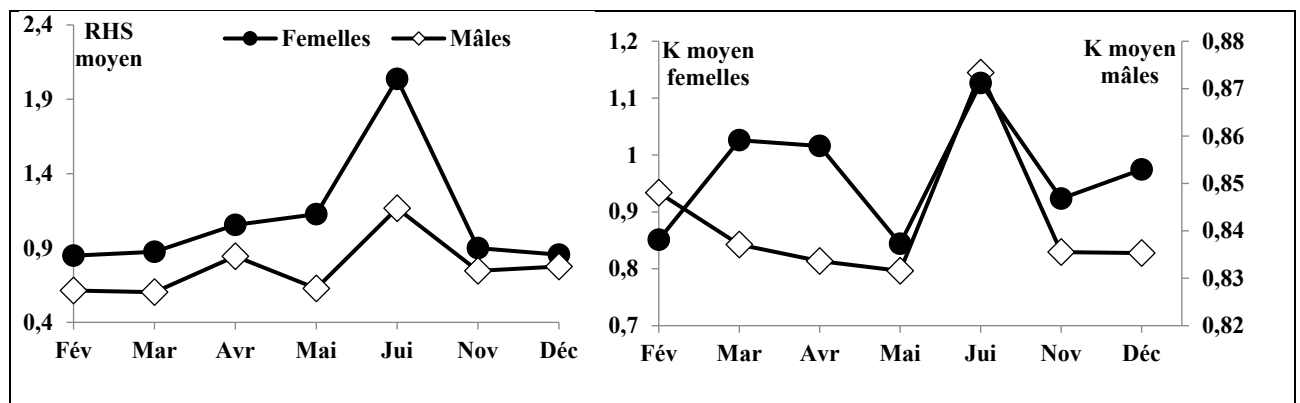
Stades de maturité	RGS moyen Femelles (%)	RGS moyen Mâles (%)
I	0,69	0,82
II	1,28	0,72
III	2,90	1,26
IV	4,37	0,56
V	1,21	0,57

### 2.5. Facteurs de conditions

L'observation des valeurs des graphiques de la figure 10, montre des variations mensuelles importantes du rapport hépato-somatique (RHS) chez les deux sexes. D'une manière globale, les valeurs maximales sont pratiquement en parfaite synchronisation avec celles du RGS.

Pour les deux sexes, le RHS maximal se situe au mois de juin, il est de 1,32 % et de 1,17 % chez les femelles et mâles respectivement. Après cette période, l'indice hépato-somatique diminue jusqu'à atteindre des valeurs minimales au mois de décembre (0,85 % pour les femelles et 0,78 pour les mâles). Les pics concordent avec la période de frai de l'espèce.

La figure 10 montre aussi l'évolution en fonction des mois du facteur de condition K l'espèce étudiée. Nous constatons que d'une manière générale, les fluctuations du coefficient composite de condition K sont peu importantes. À partir de Mai, le coefficient de Fulton (K) augmente très franchement chez les mâles et les femelles jusqu'en Juin pour un maximum enregistré en ce mois. Il faut signaler, qu'à priori, qu'au moment de la ponte, la condition ou l'embonpoint du poisson est à son maximum pour *P. lascaris* et donc en relation probablement avec la maturation des produits sexuels et leurs émissions ce qui nécessite une dépense énergétique relativement élevée.



**Figure 10.** Évolution mensuelle du rapport hépato-somatique et du facteur de condition chez *P. lascaris*

### 2.6. Taille de maturité sexuelle

La longueur à la première maturité sexuelle est atteinte chez les mâles et les femelles de *P. lascaris* à peu près de la même taille, elle est de 13,2 cm.

Selon l'étude de Pajuelo et Lorenzo (2008), les plus petits mâles et femelles matures analysés mesuraient respectivement 13,6 et 12,5 cm de longueur standard. Aucune différence significative de longueur à la première maturité n'a été trouvée entre les sexes selon ces auteurs.

Deniel *et al.* (1989), Dinis (1986) et Ouabadi (1991) ont également constatés que les mâles et les femelles de *P. lascaris* atteignent la maturité sexuelle à une longueur ou un âge similaire. La maturité à un âge relativement précoce semble être une caractéristique des espèces du genre *Pegusa* et a également été observé dans d'autres soleidae (Andrade, 1998 ; Stark et Somerton, 2002; Afonso-Dias *et al.*, 2005).

### 3. Estimation de l'âge

L'estimation de l'âge chez les poissons plats est souvent compliquée en raison de l'ajustement étroit entre les anneaux de croissance vers le bord de l'otolithe, en particulier chez les spécimens plus âgés (Dwyer *et al.* 2003).

Afin d'obtenir une clé âge longueur hypothétique qui servira de base d'obtention d'une clé âge longueur directe à partir de notre distribution des fréquences de tailles, nous avons emprunté les résultats de la lecture des otolithes de *P. lascaris* obtenues par Pajuelo et Lorenzo (2011).

Les clés âges-tailles, obtenues par l'utilisation de la clé âge longueur hypothétique suite à la lecture des otolithes et la méthode de Bhattacharya sont représentées dans le tableau 7.

Selon notre étude ; les tailles observées des individus sont comprises entre 11,5 et 26,5 cm pour 87 femelles, 12,6 et 24,6 cm pour 103 mâles.

La méthode statistique de Bhattacharya a révélé 5 groupes. Le groupe d'âge le plus répandu pour les deux sexes est celui de 3 ; ainsi que pour l'ensemble des individus avec une taille moyenne de 19,16 cm, pour les femelles elle est de 19,19 cm et de l'ordre de 17,05 cm pour les mâles.

En se référant aux résultats basés sur la lecture d'otolithes de Pajuelo et Lorenzo (2011) et on utilisant notre distribution des fréquences de tailles, nous trouvons qu'avec une taille maximale observée de 26,5 cm, l'espèce vit jusqu'à 8 ans (groupe d'âge VIII). Dans l'ensemble, les classes d'âge les plus représentées étaient de II à V.

La plupart des spécimens mâles étaient âgés de 2 à 4 ans (79%), la majorité des femelles avaient entre 3 et 5 ans (79,3%). Il est à noter l'absence du groupe d'âge zéro chez cette espèce dans notre étude, ceci en raison de la non-disponibilité des petits individus dans les débarquements de la pêche commerciale durant l'échantillonnage.

En se référant à la bibliographie disponible, la sole de sable des îles Canaries a une durée de vie modérée (10 ans). Deniel (1990) et Dinis (1986) ont trouvé des spécimens de *P. lascaris* âgés de

15 et 11 ans respectivement sur la côte ouest de la Bretagne et dans l'estuaire du Tage. Teixeira *et al.* (2009), au large des côtes portugaises, ont trouvé des âges minimaux inférieurs pour *P. lascaris* de 6 et 5 ans. Dans le cas de Teixeira *et al.* (2009), les différences observées dans l'âge maximum peuvent être liées au faible nombre d'individus échantillonnés dans les premiers groupes d'âge, avec l'interprétation des anneaux de croissance comme 0,5 an (non validée) et avec la vérification du nucléus et du premier anneau.

**Tableau 7.** Clés âge-longueur moyennes obtenues par deux méthodes  
L<sub>T</sub> moy : taille moyenne (cm).

Méthode	G.A.	Femelles		Mâles		Ensemble	
		Effectif	L <sub>T</sub> moy	Effectif	L <sub>T</sub> moy	Effectif	L <sub>T</sub> moy
<i>Bhattacharya</i>	I	9	16,15	6	13,37	7	13,33
	II	18	17,84	11	15	42	17,28
	III	24	19,19	38	17,05	57	19,16
	IV	18	20,64	39	19,12	29	20,69
	V	11	22,11	11	20,71	5	23,5
<i>Lecture directe</i>	I	1	13,17	3	13,96	3	13,58
	II	5	14,59	20	15,17	24	14,94
	III	18	17,66	30	16,89	46	17,17
	IV	35	19,07	32	18,87	69	18,90
	V	16	21,03	12	20,54	29	20,83
	VI	7	21,79	3	21,96	11	21,98
	VII	3	22,35	1	23,38	4	22,71
	VIII	2	25,31	3	24,08	5	24,71

#### 4. Modélisation de la croissance

##### 4.1. Paramètres de croissance linéaire

À partir des couples de valeurs individuelles âge-longueur totale obtenues par Bhattacharya et la clé hypothétique, la méthode de Stamatopoulos et Caddy (1989) a permis de déterminer les paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de von Bertalanffy (1934). Cette méthode a été appliquée sur le logiciel Excel via le package vonbit et sur Fisat II (Gayanilo *et al.*, 2005), les résultats sont consignés dans le tableau 08.

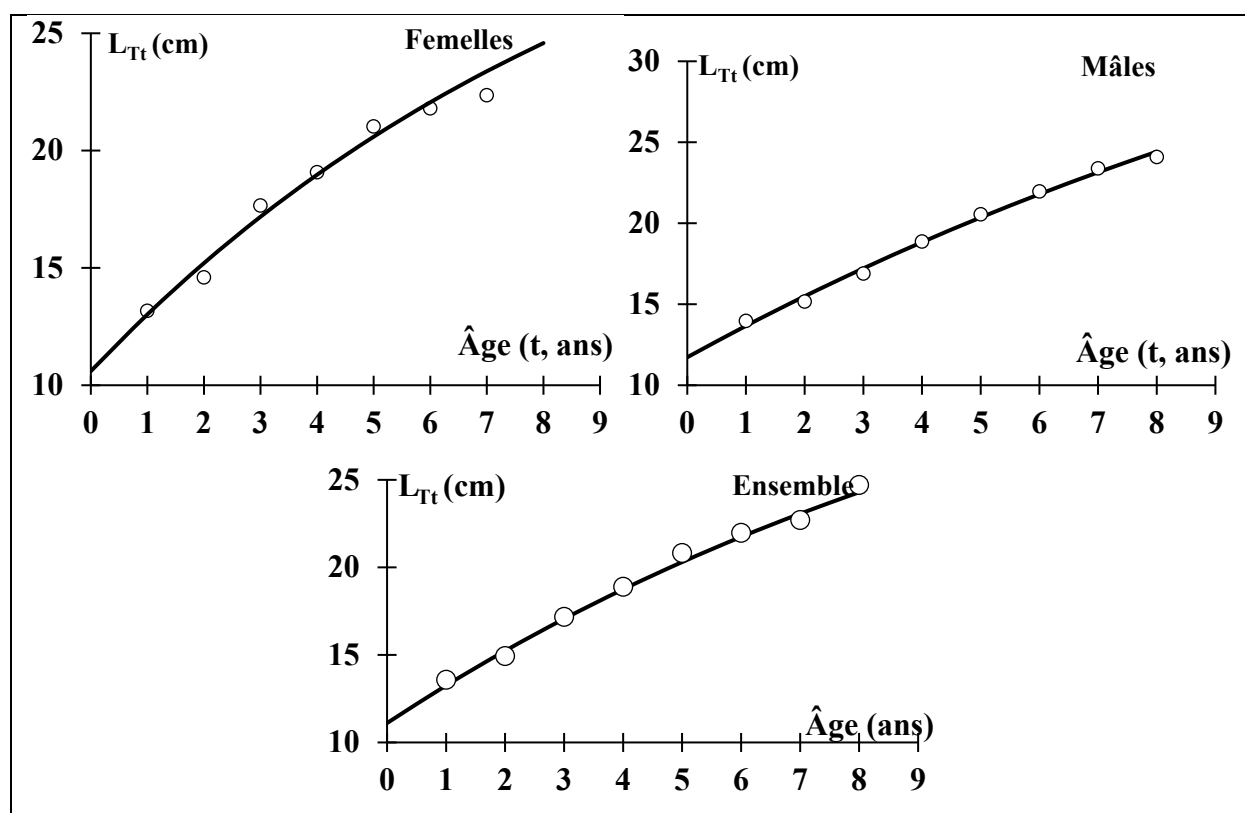
Il est à remarquer que les résultats sont légèrement différents suivant les données âge-taille utilisées. L'ajustement des données de la lecture directe des otolithes donne une croissance différente que celle obtenue à partir des tailles moyennes de la méthode de Bhattacharya.

Pour la suite du présent travail, nous retiendrons les courbes de croissance (Fig. 11) données par l'ajustement de la clés âges-longueurs directe par le logiciel vonbit.

Le choix apporté n'est pas arbitraire mais se justifie du fait que les valeurs du coefficient de catabolisme  $K$  correspondent le plus aux espèces démersales dont la sole de sable en fait partie. Il est connu que les espèces de fond avec une longévité élevée, ont une croissance ralentie, d'où les basses valeurs de  $K$ . L'indice de performance de croissance ( $\Phi$ ) (cm/an) est calculé pour chaque espèce et par sexes (Tab.8).

Le tableau 9 regroupe les paramètres de croissance linéaire du modèle de von Bertalanffy dans différentes régions. Les paramètres de croissance estimés diffèrent selon le sexe (Tab.10). Les valeurs de Deniel (1981) sont les plus proches avec ceux obtenus ici. Même en tenant compte des facteurs tels que la variabilité géographique ou la taille de l'échantillon, il semble plausible que les différences entre les deux ensembles de courbes sont dues à des anomalies dans la détermination de l'âge.

La valeur du coefficient de croissance  $K$  est proche de la bibliographie, ce paramètre peut être influencé par le nombre de classes d'âge observées, aux conditions de milieu différentes, la gamme de taille échantillonnée, la méthode d'étude utilisée.



**Figure 11.** Données Âge- LT moyennes observées (cercles) et courbes d'ajustement (von Bertalanffy) de la croissance linéaire (traits pleins) chez *P. lascaris*.

**Tableau 8.** Paramètres de croissance obtenus pour *P. lascaris* des eaux centre algériennes

		Clé Bhattacharya			Clé directe		
		F	M	E	F	M	E
$L_{\infty}$ (cm)	Fisat	21,36	20,36	23,43	22	21,57	21,82
	Vonbit	68,27	-	31,47	35,99*	45,02*	39*
K (an <sup>-1</sup> )	Fisat	1,18	0,82	0,71	0,64	0,72	0,66
	Vonbit	0,03	-	0,19	0,1*	0,06*	0,08*
t <sub>0</sub> (an)	Fisat	0	0	0	0	0	0
	Vonbit	-8,27	-	-1,97	-3,49*	-5,03*	-4,19*
$\Phi$				2,11	2,08	2,09	

**Tableau 9.** Valeurs biogéographiques des paramètres et vitesses de croissance de *P. lascaris*.

Auteurs et année	Localité		$L_{\infty}$ (cm)	K/an	t <sub>0</sub> (an)	$\Phi'$
Deniel (1981)	Baie de Douarnenez France	F	38,7	0,251		2,58
		M	33,9	0,237		2,44
Marinaro <i>et al.</i> (1983)	Côtes d'Algérie	F	25,3	0,47	-0,64	2,48
		M	22,8	0,56	-0,49	2,46
Deniel (1990)	Côte Ouest de la Bretagne France	F	28,7	0,379	-0,19	2,49
		M	25,5	0,451	-0,17	2,47
Présent travail (2020)	Centre de l'Algérie	F	35,99	0,1	-3,49	2,11
		M	45,02	0,06	-5,03	2,08

#### 4.2. Taux de croissance absolue

Le taux de croissance absolue (Gx; cm/an) décroît avec l'âge (Tab.10). La croissance est nettement plus lente chez *P. lascaris*. Ce constat est logique, puisque la sole de sable est d'une longévité importante, par conséquent une croissance lente.

**Tableau 10.** Tailles théoriques (Lx) et taux de croissance absolue (Gx) selon l'âge et le sexe de *P. lascaris*

F : femelles, M : mâles, E : ensemble

Age		1	2	3	4	5	6	7	8
F	Lx	13,17	14,59	17,66	19,07	21,03	21,79	22,35	25,31
	Gx	2,28	2,14	1,83	1,69	1,50	1,42	1,36	1,07
M	Lx	13,96	15,17	16,89	18,87	20,54	21,96	23,38	24,08
	Gx	1,86	1,79	1,69	1,57	1,47	1,38	1,30	1,26
E	Lx	13,58	14,94	17,17	18,90	20,83	21,98	22,71	24,71
	Gx	2,03	1,92	1,75	1,61	1,45	1,36	1,30	1,14

## 4.3. Relations biométriques

Les relations d'allométrie des caractères métriques en fonction de la longueur totale ( $L_T$ ) sont représentées dans le tableau 11. Quel que soit le sexe, les coefficients de détermination sont élevés et s'échelonnent de 0,7 à 0,98, en effet l'ancova a confirmé que la corrélation est hautement significative ( $P < 0,05$ ). Les valeurs des pentes sont supérieures à 1 ( $P < 0,05$ ), ce qui traduit une allométrie majorante, ceci signifie que la longueur totale croît plus rapidement que la longueur standard, la hauteur du corps, la longueur et largeur de la tête, ce résultat est confirmé par le test de conformité des pentes ( $t$ ,  $P > 0,05$ ).

Quelques relations biométriques ont été décrites dans d'autres régions biogéographiques aux caractéristiques hydrologiques variées. La comparaison la croissance biométriques de ces caractères dans la région centre de l'Algérie par rapport à d'autres régions permet de mettre en évidence des similitudes en ce qui concerne la vitesse de croissance entre la taille totale du poisson et celle standard. Cependant, dans d'autres cas, des dissemblances sont à relever. En effet il apparaît que la sole de sable croît plus rapidement en largeur que dans l'autre région, ceci est à constater en comparant la valeur de la pente ( $a$ ) dans les équations de régressions. Cependant, la croissance est testée comme étant majorante entre la taille du poisson et les autres grandeurs du corps et ce quelle que soit la région.

**Tableau 11.** Paramètres des relations linéaires entre la taille du poisson ( $L_T = a x + b$ ) et les mensurations biométriques.

Relations	Sexe	a	b	R <sup>2</sup>	P (Ancova)	Test de conformité de b	
					Corrélation	P	Allométrie
L <sub>T</sub> -L <sub>S</sub>	E	1,17	-0,18	0,98		5,42*10 <sup>-30</sup>	A+
	F	1,14	0,27	0,97	< 0,05	1,67*10 <sup>-10</sup>	A+
	M	1,18	-0,41	0,98		1,94*10 <sup>-20</sup>	A+
L <sub>T</sub> -H <sub>C</sub>	E	2,56	3,33	0,77		1,05*10 <sup>-34</sup>	A+
	F	2,49	3,59	0,82	< 0,05	2,72*10 <sup>-20</sup>	A+
	M	2,86	1,81	0,70		4,52*10 <sup>-17</sup>	A+
L <sub>T</sub> -L <sub>te</sub>	E	5,52	-0,15	0,73	< 0,05	4,77*10 <sup>-45</sup>	A+
	F	5,46	0,15	0,73		1,74*10 <sup>-21</sup>	A+
	M	5,94	-1,09	0,71	< 0,05	1,03*10 <sup>-23</sup>	A+
L <sub>T</sub> -H <sub>te</sub>	E	3,51	2,54	0,71		7,73*10 <sup>-36</sup>	A+
	F	3,32	3,59	0,71	< 0,05	7,13*10 <sup>-17</sup>	A+
	M	3,61	1,99	0,69		5,41*10 <sup>-19</sup>	A+

E : ensemble, F : femelles, M : mâles, LT : longueur totale, L<sub>S</sub> : longueur standard, H<sub>C</sub> : hauteur du corps, L<sub>te</sub> : longueur de la tête, H<sub>te</sub> : hauteur de la tête, A+ : allométrie positive

**Tableau 12.** Valeurs biogéographiques des relations linéaires entre la taille du poisson ( $L_T = a \cdot x + b$ ) et les mensurations biométriques chez *P. lascaris*

		Fonso-dias <i>et al.</i> (2015)				Présente étude					
		Algarve		Gulf of Cadiz		Porto		Côte centre algérienne			
		F	M	F	M	F	M	F	M		
<b>L<sub>T</sub>-L<sub>S</sub></b>	<b>a</b>		1,04		1,01		1,00		1,14		1,18
	<b>b</b>		-0,3		-0,17		-0,110		0,27		-0,41
	<b>n</b>		534		94		258		87		103
	<b>R<sup>2</sup></b>				0,99				0,97		0,98
<b>L<sub>T</sub>-H<sub>C</sub></b>	<b>a</b>	0,98	0,9	1,15	1,07	1,008	0,924	2,49	2,86		
	<b>b</b>	-1,00	-0,58	-1,86	-1,43	-1,139	-0,715	3,59	1,81		
	<b>n</b>	145	113	47	45	322	210	87	103		
	<b>R<sup>2</sup></b>			0,935				0,82	0,70		
<b>L<sub>T</sub>-L<sub>te</sub></b>	<b>a</b>		0,94		1,07		1,00		5,46		5,94
	<b>b</b>		-1,41		-2,18		-1,79		0,15		-1,09
	<b>n</b>		257		99		529		87		103
	<b>R<sup>2</sup></b>				0,92				0,73		0,71

L<sub>T</sub> : longueur totale, L<sub>S</sub> : longueur standard, H<sub>C</sub> : hauteur du corps, L<sub>te</sub> : longueur de la tête, H<sub>te</sub> : hauteur de la tête

#### 4.4. Relation taille-poids

Nous donnons dans le tableau 13, les valeurs estimées des coefficients a et b (pour des tailles en cm et des poids en grammes). Les valeurs des coefficients de corrélation (r) sont très proches de 1, ce qui traduit une forte corrélation positive entre les deux variables que sont la taille et le poids, ce résultat est appuyé par l'analyse de la covariance ( $P < 0,05$ ). Aussi émanant du même test, il s'est avéré que la variable qualitative « sexe » n'a aucun effet sur l'évolution de la relation taille-poids, effectivement la valeur de la probabilité est supérieure à la valeur critique de 0,05 et ce en comparant les pentes des droites et les moyennes de tailles des deux sexes.

Les coefficients b sont très proches de 3, vue que la valeur de P du test de conformité est supérieure à 0,05 chez les mâles, la valeur de la pente est non significativement différente de 3. Ce qui indique une croissance " isométrique" entre le poids et la taille totale. Cependant chez les femelles, la croissance entre les deux grandeurs est de type allométrie positive, ce qui signifie que les femelles de *P. lascaris* croissent plus rapidement en poids qu'en longueur. Il en est de même pour l'ensemble des individus.

L'espèce que nous avons étudié a été décrites dans d'autres régions biogéographiques aux caractéristiques hydrologiques variées. L'étude comparative de la croissance dans la région centre

de l'Algérie par rapport à d'autres secteurs a permis de mettre en évidence des similitudes dans certains cas et des dissemblances dans d'autres, ce qui traduit une variation géographique du taux de croissance.

La croissance solde de sable (*P. lascaris*) à l'estuaire de la rivière Mirna (nord de l'Adriatique), ( $b = 3,11$ ) était allométrique majorante (Dulčić et Glamuzina, 2006). Selon Deniel (1984), la croissance est aussi allométrique majorante ( $b = 3,12$ ) dans la baie de Douarnenez (France).

Pour la même espèce, des résultats similaires ont été rapportés par Veiga *et al.* (2009) dans Estuaire de l'Arade au sud du Portugal ( $b = 3,2$ ), Mendes *et al.* (2004) au niveau des côtes ouest portugaise ( $b = 3,13$ ).

Les similitudes ou disparités biogéographiques entre les valeurs de la pente  $b$  sont dues à un ou plusieurs facteurs. En effet, l'emplacement géographique et des conditions environnementales associées (la saisonnalité et la disponibilité de la nourriture), la vacuité de l'estomac, les maladies et la charge parasitaire (Le Cren, 1951 ; Bagenal et Tesch, 1978) peuvent être la ou les causes de variabilité.

Aussi, les différences dans la conception de l'échantillonnage par le nombre de spécimens et les gammes de longueur des espèces sont souvent distincts entre les localités et peuvent également affecter les relations (Tesch, 1971; Sparre *et al.* 1989; Moutopoulos et Stergiou, 2002). D'un autre côté également, cette variation des constantes pourrait être reliée à des pentes différentes dans le développement ontogénétique, ainsi qu'aux différences d'âge, de la maturité et le sexe.

**Tableau 13.** Paramètres de la relation taille-poids ( $P_T = a L_T^b$ ), test de conformité de la pente et analyse de la covariance (ancova). Significativité testée au seuil de 5%

Cor : corrélation, moy : moyennes, All : allométrie

Sexe	a	b	R <sup>2</sup>	P-Ancova			Conformité de b	
				cor	moy	pent	P	All
E	0,0055	3,170	0,95				0,0013	A+
F	0,0057	3,167	0,95	< 0,05	0,8987	0,15	0,034	A+
M	0,0072	3,069	0,95				0,328	I

#### 4.5. Croissance pondérale

À partir des coefficients d'allométrie de la relation taille poids et les paramètres du modèle de von Bertalanffy ( $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$ ) résultat de la croissance linéaire, les équations de croissance pondérale de von Bertalanffy sont présentés dans la figure 12.

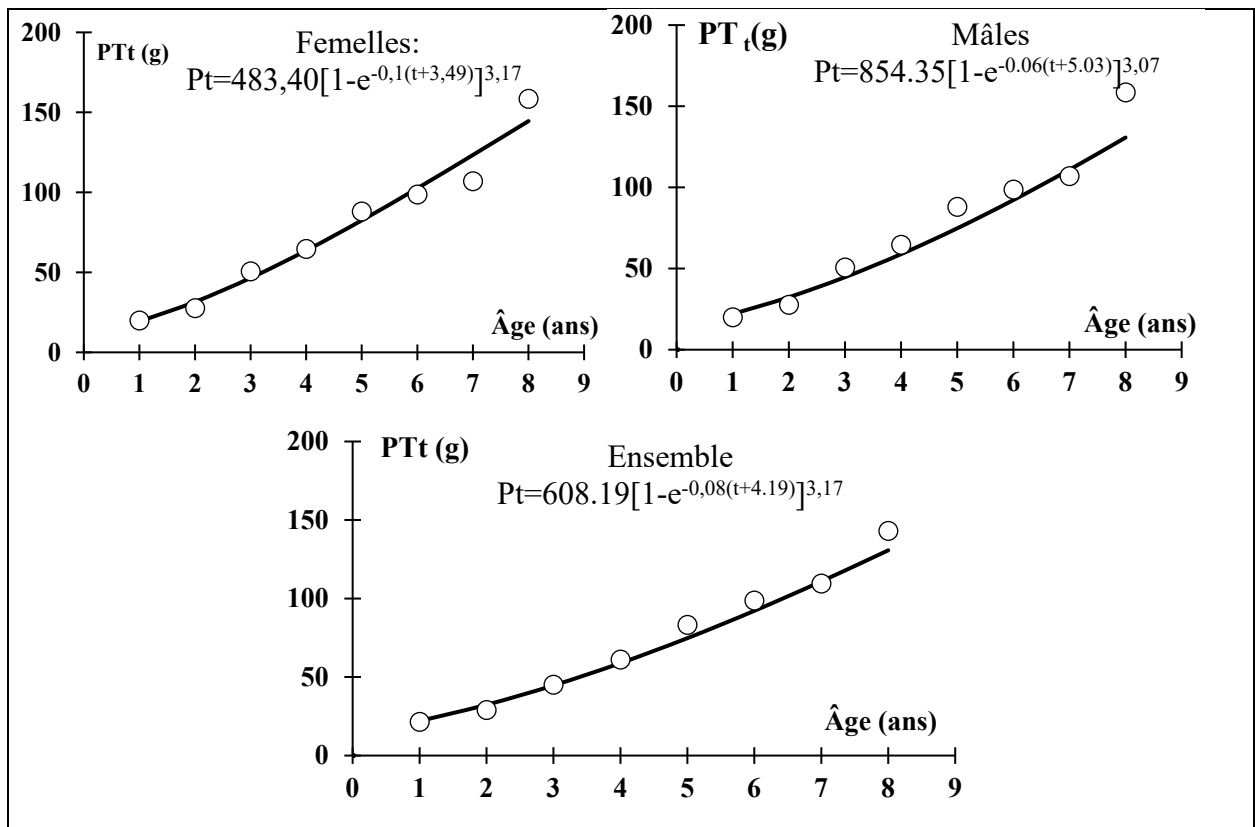


Figure 12. Données Age-PT moyennes observées (cercles) et courbes d'ajustement (von Bertalanffy) de la croissance pondérale (traits pleins)

## Conclusion générale

Dans un travail il est toujours difficile de conclure, l'incomplétude étant une senteur courante dans le domaine de la recherche à cause des nouvelles interrogations générées par les résultats obtenus. Nous tâcherons ici de les rendre moins retentissantes, en dressant l'ensemble des conclusions que l'on peut tirer de ce projet de fin d'études.

Au terme de ce présent travail, ayant pour objectif, l'étude de l'âge, la croissance et la reproduction de la sole de sable *Pegusa lascaris* de la région centre algérienne, un certain nombre de conclusions s'imposent à la lumière des résultats obtenus.

Notre échantillon est composé de 193 individus, femelles et mâles, et indéterminés. Les individus les plus pêchés de *P. lascaris* ont une longueur totale qui va de 16 à 22 cm avec une valeur modale de 18 cm.

La biologie de la reproduction de sole de sable, *Pegusa lascaris*, a été étudiée. Cette dernière est une espèce gonochorique sans signe de dimorphisme sexuel. La sex-ratio globale est à l'équilibre avec 1 femelles pour 1,18 mâles. La taille à la première maturité pour les mâles et les femelles est atteinte à 13,2 cm de longueur totale.

Dans des études ultérieures nos résultats sur la reproduction devront être complétés et serviront donc de données d'entrée pour l'étude de la capacité reproductrice, cette approche est très intéressante dans le domaine de la gestion des stocks. Ceci nous permettra de connaître qu'elles sont les classes de tailles les plus fécondes, et si celles-ci sont les plus ciblées par la pêche. La gestion halieutique doit à la fois laisser un nombre suffisant de juvéniles atteindre la maturité sexuelle mais aussi préserver une contribution substantielle des femelles les plus âgées à la reproduction.

Dans un autre volet, ce travail a été entrepris afin de compléter les connaissances sur l'âge et la croissance de l'espèce *P. lascaris*. L'analyse des structures d'âge est établie par la méthode statistique de Bhatthacharya sur les données brutes récoltées lors de l'échantillonnage ainsi que par la clé âge directe qui est obtenue à partir des clés âge longueur hypothétiques (bibliographiques). Cette dernière nous a permis de retenir les meilleurs paramètres de croissance obtenus par la méthode de Stamatopoulos et Caddy (1989) au moyen du logiciel Vonbit (version 2011). Avec une taille asymptotique de 25,99 cm, un taux de croissance  $K=0,1 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0$  de -3,49 an pour les femelles, et une taille asymptotique de 45,02 cm un taux de croissance  $K=0,06 \text{ an}^{-1}$ , et un  $t_0$  de -5,03 an en dépend des mâles. Quant à l'ensemble ils échelonnent une taille asymptotique de 39cm, un taux de croissance  $K=0,08 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0$  de -4.19 an .

L'étude des relations biométriques entre la longueur totale et les paramètres métriques corporels mesurés expriment une croissance allométrique majorante

La relation taille- poids montre une croissance isométrique entre la longueur totale du poisson et son poids chez les mâles, le poids et le cube de la longueur totale croient simultanément. Elle de type majorante chez les femelle et l'ensemble.

Cette étude sera sans doute un atout indéniable dans la mise en place d'une base d'informations sur l'espèce pour les futures études complémentaires.

Par ailleurs aux plans de la recherche bio-écologique et la gestion halieutique, plusieurs axes d'étude complémentaires, des perspectives et propositions sont à présager :

- Etude de l'écologie de l'espèce à travers les nouvelles campagnes de prospections démersales réalisées en Algérie.
- Etude plus poussée sur un échantillon plus étendu dans le nombre et le temps, pour combler les lacunes.
- Étude plus poussée du cycle reproducteur (Etude histologique des gonades) et du régime alimentaire.
- Evaluation du stock de la sole des sable des côtes algériennes par les différents modèles analytiques et bioéconomiques, ces derniers permettant d'établir une relation entre les ressources halieutiques et les activités humaines afin de gérer de manière optimale ces ressources.
- Essai de nouveaux modèles écosystémiques tels que Ecopath ou encore la modélisation bioénergétique de la croissance de la théorie DEB (Dynamic Energy Budget. Modélisation des bilans énergétiques).
- Mettre en place un système permanent de collecte des informations biologiques pour le suivi de la ressource, et des informations économiques pour le suivi de l'activité de pêche.

## Liste des références bibliographiques

- ABOOKIRE, A.A. (2006).** Reproductive biology, spawning season, and growth of female rex sole (*Glyptocephalus zachirus*) in the Gulf of Alaska. *Fish. Bull.* 104,p.p 350-359.
- AFONSO-DIAS, ISABEL, REIS, CATARINA. et al.(2005).** Reproductive aspects of *Microchirus azevia* (Risso, 1810)(Pisces: Soleidae) from the south coast of Portugal. *Scientia Marina*, 2005, vol. 69, no 2, p.p 275-283.
- AFONSO-DIAS, MAGALHÃES, S., PRIETO,et al . (2002).** Short-term reactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) to whale-watching vessels in the Azores. *Aquatic Mammals*, 28(3),p.p 267-274.
- ALBERTINI-BERHAUT, J.(1974),.** Biologie des stades juveniles de teleosteens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. *Aquaculture*, vol. 4.p.p17-37
- ALDEBERT, Y. (1968).** Observation sur la morphologie et la biologie de quelques poissons hétérosomes du golfe du Lion. *Rapp. Comm. Int. Mer Méditerranée*, 19 (2).p.p251-252
- ALILI, D., PASTEUR, N., et al (1985).** Polymorphisme enzymatique de *Microchirus azevia* (Poissons, Téléostéens, Soléidés) de la côte algérienne. *Cahiers de biologie marine*, vol. 26, p.p355-358 .
- ALILI, D.E. (1988).** Contribution à la systématique des Soléidés (Poissons. Téléostéens) d'Algérie : Taxonomie numérique et génétique biochimique. ALGER :USTHB Thèse de magister océanographie, P203.
- ANDRADE, Y., O'DOR, RK, WEBBER, DM et al. (1998).** Applications et performances des systèmes de positionnement et de télémétrie radio-acoustiques (RAPT). SPINGER ,Dordrecht .*Progrès de la télémétrie des invertébrés et des poissons.* Sp
- BAGENAL, T. B., TESCH, F. W.,(1978).** Age and growth. In: *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, 3rd edn. Oxford ,T. Begenal (Ed.). IBP Handbook No. 3, Blackwell Science Publications, Oxford,sp
- BAKALEM, A. (2008).** Contribution à l'étude des peuplements benthiques du plateau continental algérien (Doctoral dissertation).p667
- BELAID A. B., OUABADI T. et al (1991).** étude histologique de l'ovogenèse.sp
- BELAÏD, Y., CAMONIN, M.,et al. (1986).** Le système de vision TRIDENT. 1986.sp
- BEN-TUVIA, A. (1990).** A taxonomic reappraisal of the Atlanto-Mediterranean soles *Solea solea*, *S. senegalensis* and *S. lascaris*. *J. Fish Biol.* 36(6): p.p :947-960.
- BHATTACHARYA, C. G. (1967).** A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 1967, p. 115-135.

- BİLECENOĞLU, M., KAYA, M., et al . (2014).** Une liste de contrôle mise à jour des poissons marins de Turquie. Journal turc de zoologie , vol. 38, n ° 6.sp.p.p 901-929
- BILLARD, R. et BRETON, B. (1978).** Rythms of reproduction in teleost fish.sp
- BLACHE, J. CADENAT, J. et al . (1970).** Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique orientale entre le 20° parallèle Nord et le 15° parallèle Sud: données. IRD Editions.sp
- BORSA, P., et QUIGNARD, J. P. (2001).** Systematics of the Atlantic Mediterranean soles *Pegusa impar*, *P. lascaris*, *Solea aegyptiaca*, *S. senegalensis*, and *S. solea* (Pleuronectiformes: Soleidae). Canadian Journal of Zoology, 79(12), p .p 2297-2302.
- BOUGIS P.1952.** La croissance des poissons méditerranéens. Vie Milieu Suppl. 2: p.p 118-146.
- BOUGIS, P E., VACHER, H.,et al . (2006).** Kv4 channels sensitive to BmTX3 in rat nervous system: autoradiographic analysis of their distribution during brain ontogenesis. European Journal of Neuroscience, , vol. 24, no 5, p.p 1325-1340.
- BRADAÏ, R. (2000).** Sensitivity and specificity of ultrasound indices of ovulation in spontaneous cycles. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology , vol. 91, no 1.p .p 59-64
- BREUIL, C. (1997).** Les pêches en méditerranée: éléments d'information sur le contexte halieutique et les enjeux économiques de leur aménagement. FAO Circulaire sur les pêches N° 927.p.p191-224
- BRUSLÉ, J.S. et QUIGNARD, J P. (2001).** *Biologie des poissons d'eau douce européens*. Lavoisier.SP
- CACAUD. (2002).**Étude sur la réglementation en matière de pêche maritime dans les pays de la Méditerranée occidentale participant au projet *CopeMed*, Rome.SP
- CADDY, J F. (2011).** How artificial reefs could reduce the impacts of bottlenecks in reef fish productivity within natural fractal habitats. Artificial reefs in fisheries management.p.p512-522.
- CADIMA, E.L. (2002).** Manuel d'évaluation des ressources halieutiques. 393. Rome : FAO, P160
- CAMPANA, S. E. (1992).** Otolith microstructure examination and analysis *D. K. Stevenson (Ed.)*. Department of Fisheries and Oceans.p .p73-100
- CHABANAUD P. (1927).** Les soles de l'Atlantique orientale nord et des mers adjacentes. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, p.p 488:1-68.
- CHAKOUR, A. et EL OUIZGANI, H. (2016).** La variabilité morphométrique et méristique des populations de sole pole [*Pegusa lascaris*] de la zone Centrale Atlantique du Maroc/The morphometric and meristic variability of populations of sole pole (pegusa lascaris) of the Atlantic Central zone of Morocco. International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 18, no 3.p846 .
- CHAKOUR, A., et EL OUIZGANI, H. (2016) .** La variabilité morphométrique et méristique des populations de sole pole [*pegusa lascaris*] de la zone Centrale Atlantique du Maroc/The morphometric

and meristic variability of populations of sole pole (*pegusa lascaris*) of the Atlantic Central zone of Morocco. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 18, no 3.

**CHEMMAM, A. B., KRAIEM M, M.et al. (2002).** Période de ponte, sex-ratio et maturité sexuelle de *Dentex maroccanus* (teleostei, Sparidae) des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, Vol. 29.p.p279-299 ;

**DAGET, J. (1976).** Dynamique des populations des poissons. *Rev. Trav. Inst. Pêche. marit.N°40*, p.425-437.

**DAGET, J. et LE GUEN, J. (1975).** Les critères d'âge chez les poissons. sp

**DAGET, JACQUES, AND JEAN-CLAUDE LE GUEN. (1975)** .Les critères d'âge chez les poissons. p.p 253-289.

**DAGNELIE, P. (1975).** Analyse statistique à plusieurs variables..sp

**DAGORNE, A. (1973).** Sédimentologie et bionomie benthiques en Baie de Bou-Ismaïl. *Pelagos*, 4 (2).

**DENIEL, C. (1984).** Relations entre l'activité reproductrice et la croissance chez les poissons plats de la baie de Douarnenez. *Cybiurn* (Paris), 1984, vol. 8, no 1.sp

**DENIEL, C. LE BLANC, C. et RODRIGUEZ, A. (1989).** Comparative study of sexual cycles, oogenesis and spawning of two Soleidae, *Solea lascaris* (Risso, 1810) and *Solea impar* (Bennet, 1831), on the western coast of Brittany. *Journal of Fish Biology* 35, p.p49–58.

**DENIEL, C., 1981.** Les poissons plats (Téléostéens: Pleuronectiformes) en Baie de Douarnenez: Reproduction, Croissance et Migration des Bothidae, Scopthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. Ph.D. Thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest.p 476 .

**DENIEL, C., 1990.** Comparative study of growth of flatfishes on the west coast of Brittany. *J. Fish Biol.* 37(1):p.p149-166.

**DESOUTTER, M. (1994).** Révision des genres *Microchirus*, *Dicologlossa* et *Vanstraelenia* (Pleuronectiformes, Soleidae). *Cybiurn* (Paris), vol. 18, no 3, p.p. 215-249.

**DESOUTTER-MENIGER. (1997).** Martine. Révision systématique des genres de la famille des Soleidae présents sur les côtes de l'Est-Atlantique et Méditerranée. Muséum National d'Histoire naturelle..p.p345-363.

**DIEUZEIDE, J. (1995).** Recuerdos y Esperanzas de lo que yo viví. Bariloche: del autor. Edición

**DINIS, M.T. (1986).** Quatre Soleidae de l'estuaire du Tage. Reproduction et croissance. Brest Essai d'élevage de *Solea senegalensis* Kaup. PhD thesis, Université',

**DO CHI, T. (1977).** Détermination statistique de l'âge : quelques méthodes de décomposition d'un échantillon en composantes gaussiennes, *Océanis*, 3 (10)p.p 503 - 530.

- DULČIĆ, J. et GLAMUZINA, B. (2006).** Relations longueur-poids pour certaines espèces de poissons de trois systèmes estuariens de l'Adriatique orientale (Croatie). *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 22, n ° 4.p.p 254-256
- DWYER, K S., WALSH, S J., et CAMPANA, S E. (2003).** Détermination de l'âge, validation et croissance de la limande à queue jaune du Grand Banc (*Limanda ferruginea*). *ICES Journal of Marine Science*, 2003, vol. 60, n ° 5, p . p. p1123-1138.
- FONTANA, A et LE GUEN, J. C. (1969).** Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseirdotolithiis (Foizticulzis) elongatus*. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7, p .p 9-19.
- FONTENEAU, ALAIN, ARIZ, JAVIER, GAERTNER, DANIEL.(1981-1999).** Observed changes in the species composition of tuna schools in the Gulf of Guinea between 1981 and 1999, in relation with the Fish Aggregating Device fishery. *Aquatic Living Resources*, , vol. 13, no 4, p.p 253-257.
- FOREST A. (1975).** Le céteau *Dicologlossa cuneata* (Moreau, 1881) : Sa biologie et sa pêche dans le Sud du Golfe de Gascogne. *Rev. Trav.Inst.Pêch.Marit.*39 (1) p.p 5-62
- FROESE, R., KEMP, PAUL, S., et al . (2020).** Provides an opportunity to advance a sustainable UK fisheries policy in a post-Brexit brave new world. *Marine Policy*, vol. 120,p.p104-114
- GARCIA, SERGE, SPARRE, P., ET CSIRKE, J.(1989).** Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fisheries research*, 1989, vol. 8, no 1, p.p 13-23.
- GARDIKAS, C., TSAKAYANNIS, E., et al.(1959).** Post-operative changes in the results of coagulation tests. *Acta haematologica*, vol. 21, no 3.p129
- GAYANILO, F.C.JR., SPARRE P. et al . (2005).** The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II Revised Version). FAO.
- GHENO, Y. et LE GUEN J.C.(1968).** Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* 6(2) p.p 69-82.
- Gheno, Y., & Le Guen, J. C. (1968).** Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cahier ORSTOM, série Océanographie*, 6, p.p 69-82.
- GOLANI, DANIEL. (2005).** Checklist of the Mediterranean fishes of Israel. *Zootaxa*, 2005, vol. 947, no 1, p. p1-90.
- GRIMES, CHURCHILL, B.(1987).** Reproductive biology of the Lutjanidae: a review...sp
- GULLAND, J.A. et HOLT, S.J. (1959).** Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. ICES*, 25 (1) p.p 47-49.
- GÜNTHER A. (1862).** Catalogue of the Acanthopterygii Pharyngognathi and Anacanthini in the collection of the British Museum. London, vol. IV.p 534

- HARCHOUCH, K. (2006).** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; Écologie, Biologie et exploitation de *Spicara maema* (poisson Téléostéen) des côtes Algériennes. Thèse de Doctorat d'état. *USTHB Alger*.p.p45-46
- HARDING, J.P. (1949).** The use of the probability paper for graphical analysis of polymodal frequency distribution. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 28(1) p .p141–153.
- HURST, T. P. et ABOOKIRE, A. A. (2006).** Temporal and spatial variation in potential and realized growth rates of age-0 year northern rock sole. *Journal of Fish Biology*, vol. 68, no 3, p.p 905-919.
- KARTAS, F. et QUIGNARD, J. P. (1984).** La fécondité des poissons téléostéens.Bougis.
- LAHAYE, J. (1972).** Cycles sexuels de quelques poissons plats des cotes bretonnes. *Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes*, vol. 36, no 2, p. 191-207.
- LALAMI-TALEB. (1970).** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Thèse de Doct. 3ème cycle en biologie. Université d'Alger : pp168.
- LAMOTTE, M. et BOURLIHRE, F.(1975).** Problèmes d'écologie : la démographie des populations de Vertébrés. Masson, Paris, p443.
- LAOUAR, R., BOYCE, A. J., ARAFA, M., OUABADI, A., & FALLICK, A. E. (2005).** Petrological, geochemical, and stable isotope constraints on the genesis of the Miocene igneous rocks of Chetaibi and Cap de Fer (NE Algeria). *Journal of African Earth Sciences*, 41(5), p.p445-465.
- LE CREN, E. D. (1951).**The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, , p.p 201-219.
- LECLAIRE, L. (1972).** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares (Précontinent algérien). *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, C, 24*, p391.
- LEVEQUE, C., et PAUGY, D. (2006).** Distribution géographique et affinités des poissons d'eau douce africains.sp
- LINNÆUS, C. (1758).** *Systema naturæ per regna tria naturæ, classes de secundum, ordines, genres, espèces, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata.*p532
- LIPEJ, L. et DULCIC, J. (2010).** Checklist of the Adriatic Sea fishes. *Zootaxa*, 2010, vol. 2589, no 1.p.p229-236
- LLORIS, D., et RUCABADO, J. (1998).** Guide FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide d'identification des ressources marines vivantes du Maroc. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.sp
- LÓPEZ-SABATER, E I. RODRÍGUEZ-JEREZ, J et al (1996).** Incidence of histamine-forming bacteria and histamine content in scombroid fish species from retail markets in the Barcelona area. *International journal of food microbiology*, vol. 28, no 3.sp
- MAC GREGOR, J, S. (1968).** Fecundity of the northern anchovy , *Engraulis mordax* Girard . *Calif . Fish Game* 54 p.p 281-288.

**MAHÉ K., BELLAIL, R., et al . (2009).** Synthèse française des procédures d'estimation d'âge. *Ed Ifremer* : p78

**MAHÉ, K. DESTOMBES, A. COPPIN, F. KOUBBI, P. VAZ, S. LE ROY, D. et CARPENTIER, A. (2005).** Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. Rapport de Contrat IFREMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais, p.p187 .

**MARINARO, J. Y. et BOUABID, M. (1983) .** Ecologie alimentaire de deusoles d'Algérie, *Pegusa nasuta* (Pallas) et *P. lascaris* (Risso) (Téléostéens soléidés). *Rapport de la Commission Internationale de la Mer Méditerranée* 28, p.p 73–75.

**MARINARO, J. Y., GRIM, Z., et al . (1979).** Rapport sur le Soleidae. V. Aspects du cycle sexual. *Pélagos*, 8, p.p 65-77.

**MCDONALD, P, D. (1987).** Analysis of length-frequency distributions. In : The age and growth of fish, Summerfelt R.C. et Hall G.E. (a.). *The Iowa State University Press, Ames, Iowa*, p.p371-384.

**MEHANNA, S. F. (2007).** Stock assessment and management of the Egyptian sole *Solea aegyptiaca* Chabanaud, 1927 (Osteichthyes: Soleidae), in the southeastern Mediterranean, Egypt. *Turkish Journal of Zoology*. p.p379-388 .

**MENDES DOS SANTOS, G., MÉRONA, et al . (2004).** Anastácio Afonso, et al. *Peixes do raixo Rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí*. p.p 375-394

**MOUTOPOULOS, D. K. et STERGIYOU, K. I. (2002).** Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, , vol. 18, no 3, p. p200-203.

**MUUS, BENT J., NIELSEN, et al . (1999).** *Die Meeresfische Europas in Nordsee, Ostsee und Atlantik*. Kosmos.sp

**NIKOLSKI, G. V. (1963).** *The ecology of fishes*. No..5 NIK. 1963.p.p597-591 .

**O'DOR, RK, ANDRADE, Y., et al . (1998).** Applications et performances des systèmes de positionnement et de télémétrie radio-acoustiques (RAPT). Dans: *Progrès de la télémétrie des invertébrés et des poissons* . Springer, Dordrecht,. p. 1-8.

**PAJUELO, J. G., et LORENZO, J. M. (2008).** Reproductive characteristics of the sand sole *Pegusa lascaris* (Soleidae), from the eastern-central Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 88(03). P.p23-30

**PAJUELO, J. G., LORENZO, J. M**

**. et al . (2008).** Gonadal development and spawning cycle in the digynic hermaphrodite sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Sparidae) off the Canary Islands, northwest of Africa. *Journal of Applied Ichthyology*, 2008, vol. 24, no1.p.p45-46

**PAJUELO., JOSE G., GARCÍA, SERRANA., LORENZO., JOSE M. ( 2011).** Population biology of the shark, *Squalus megalops*, harvested in the central-east Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, 2011, vol. 108, no 1, p. 31-41.

- PANFILI, J. (1992).** Estimation de l'âge individuel des poissons : méthodologies et applications à des populations naturelles tropicales et tempérées. *Thèse de doctorat, Université Montpellier II*, p 456 .
- PANFILI, J., DE PONTUAL, H., TROADEC et al . (2002).** Manuel de sclérochronologie des poissons. *Coédition Ifremer-IRD* p 464 .
- PAPACONSTANTINO, C., MYTILINEOU, C., et al .(1988).** Aspects of the life history and fishery of red pandora, *Pagellus erythrinus* (Sparidae) off western Greece. *Cybium*, , vol. 12, no 4.p229
- PAULY, D., MUNRO, J. L., (1984).** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, , vol. 2, no 1.p.p 1-29
- PECQUERIE, L. (2007).** Bioenergetic modelling of growth, development and reproduction of a small pelagic fish : the Bay of Biscay anchovy. *PhD thesis, Agrocampus Rennes*.p.93-105
- PETERSEN, C.G.J. (1892).** Fiskensbiologiske forhold I Holboek Fjord, 1890–91. *Beret. Dan. Biol. St. 1(1890(91) p ;p 121–183*
- POSTEL, E. (1973).** Théorie des pêches. Dynamique des populations exploitées. Cours polycopié, *Univ. Rennes. Fasc. 4* .p.p 419-421 .
- QUERO, J. C. (1986).** Soleidae. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean/Poissons de l'Atlantique du Nord-est et de la Méditerranée, 3, p.p1308-1324.
- QUERO, J. C. (2003).** Guide des poissons de l'Atlantique européen.
- QUÉRO, J.C. (1986).** Soleidae. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean/Poissons de l'Atlantique du Nord-est et de la Méditerranée*, vol. 3, p. p1308-1324.
- QUINIOU, L. (1978).** Les poissons démersaux de la baie de Douarnenez. *Alimentation et ecologie*. These 3e cycle, Brest ,France *Oceanogr. p.p656-666*
- RIJNSDORP, A. D., VAN BEEK, et al .(1992).** Recruitment of sole stocks, *Solea solea* (L.), in the Northeast Atlantic. *Netherlands Journal of Sea Research*, 1992, vol. 29, no 1-3.p .p461-471 .
- SCHERRER B., 2007.** Biostatistique, Volume 1.*Ed. Boucherville, QC: p 816 .*
- SERIDJI, R. (1989).** Etude des larves de Crustacés Décapodes: aspects taxonomique, ALGER :USTHB écologique et biogéographique.p .p56-57
- SPARRE, P. et VENEMA, S.C. (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. *Rome: FAO. Vol. 1*,p 401..
- STAMATOPOULOS, C. et CADDY, J. F. (1989).** Estimation of von Bertalanffy growth parameters: A versatile linear regression approach. p.p87-106
- STARK, J. W. ET SOMERTON, D. A. (2002).** Maturation, spawning and growth of rock soles off Kodiak Island in the Gulf of Alaska. *Journal of Fish Biology*, vol. 61, no 2, p.p 417-431.

- SUMMERFELT. , ROBERT C.et al .( 1987) .**Age and growth of fish. *International Symposium on Age and Growth of Fish* 1985 Des Moines, Iowa. No. 597.031 15.p.p56-59 .
- TANAKA, N., et LEDUC, EH (1956).** Une étude de la distribution cellulaire de l'antigène Forssman dans diverses espèces. *The Journal of Immunology* , 77 (3), p.p198-212.
- TEIXEIRA, C M., PINHEIRO, A. et al . (2009).** Feeding ecology, growth and sexual cycle of the sand sole, *Solea lascaris*, along the Portuguese coast. *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, , vol. 89, no 3.sp
- TESCH, (1971).** FW Âge et croissance. Méthodes d'évaluation de la production de poisson dans les eaux douces.p.p 330-330
- TESCH, F. (1978).** Observations télémétriques sur la migration de frai de l'anguille (*Anguilla anguilla*) à l'ouest du plateau continental européen. *Biologie environnementale des poissons*, vol. 3, n ° 2.p.p203-209
- THANGARAJA, M. ET RAMAMOORTHY, K.(1982).** Laboratory rearing of eggs and larvae of the flatfish *Solea ovata* Rich.sp
- THOMOPOULOS A. (1956).** Sur quelques œufs planctoniques de Téléostéens de la baie de Villefranche . II - Pêches du mois de Septembre. *Bull. Inst. océanogr., Monaco*, 53 (1072): p.p1-16.
- TINTI, F. et PICCINETTI, C. (2000).** Molecular systematics of the Atlanto-Mediterranean *Solea* species. *Journal of fish biology*, 2000, vol. 56, no 3, p.p 604-614.
- TÓFOLI, R M. (1988).** Mudanças climáticas e hidrelétricas: efeitos sinérgicos sobre peixes migradores do Brasil. p.p1105-1107
- TOMASINI, J A., COLLART, D., et QUIGNARD, J P. (1996).** Biologie de la reproduction femelle de l'éperlan de sable dans les lagunes saumâtres du sud de la France. *Journal of Fish Biology* , vol. 49, n ° 4, p. p594-612.
- TOMLINSON, P., ABRAMSON K. et al (1961).**Ajustement d'une courbe de croissance de von Bertalanffy par les moindres carrés. *Bulletin des pêches*, 1961, vol. 116, n ° 1.p.p7804-7810
- TOUS, P., SIDIBE, A.,et al. (2015),** *Pegusa lascaris*, in *The IUCN Red List of Threatened Species*, Gland,
- TREVIÑO, L., ALVAREZ-GONZÁLEZ, C. A., et .(1862).** A histological study of the organogenesis of the digestive system in bay snook *Petenia splendida* 1862 from hatching to the juvenile stage. *Journal of Applied Ichthyology*, 2011, vol. 27, no 1, p. p73-82.
- VARAGNOLO, S. (1964).** Calendario di comparse di uova pelagiche di teleostei marini nel plancton di Chioggia. *Stamperia di Venezia*, 1964.
- VEIGA, MACHADO D.,et al . (2009).**Weight–length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal. *J. Appl. Ichthyol.*, 25, p .p 493-496

**VON BERTALANFFY, L. (1938).** A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. 11.). *Human Biol. 10: p.p 181-213*

**WEST G.(1990).** Methods of assessing ovarian development in fishes:a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research 41, p.p199–222.*

## Résumé

L'objectif principal de cette étude est de décrire certains aspects de la biologie et de la dynamique des populations de la sole de sable *Pegusa lascaris* (Risso, 1810 ; Soleidae). Les paramètres de reproduction, l'âge et la croissance de *P. lascaris* de la côte centrale de l'Algérie (sud-ouest de la Méditerranée) ont été étudiés à partir de 193 données de poissons collectées entre janvier 2017 et juin 2020. L'évolution mensuelle, du rapport gonado- somatique et des pourcentages de stades de maturité, a montré que la période de reproduction est un peu plus prolongée, la maturation des produits génitaux commence en mars. Le sex-ratio global était de 1 mâle pour 1,18 femelles. La taille à la maturité sexuelle pour les mâles et les femelles est atteinte à une longueur totale de 13,2 cm. Selon la méthode la plus appropriée pour la détermination de l'âge, *P. lascaris* a une longue durée de vie, avec une longévité de 8 ans enregistrée. Les mâles et les femelles ne montrent pas de dimorphisme dans la croissance. Von Bertalanffy, le modèle de croissance a été ajusté aux données de longueurs-âge. Les paramètres de croissance du modèle estimés étaient les suivants :  $L_{\infty} = 35,99$  cm de longueur totale,  $K = 0,1 \text{ an}^{-1}$ ,  $t_0 = -3,49$  an, pour les femelles et  $L_{\infty} = 45,02$  cm de longueur totale,  $K = 0,06 \text{ an}^{-1}$ ,  $t_0 = -5,03$  an, pour les mâles. L'acquisition de ces connaissances scientifiques est nécessaire pour le développement de modèles de gestion plus efficaces et durables de cette espèce sur les côtes algériennes.

**Mots clés:** Soleidae, *Pegusa lascaris*, reproduction, âge, croissance, Algérie.

---

## Abstract

The main objective of this study is to describe some aspects of biology and population dynamics of a sand sole *Pegusa lascaris* (Soleidae). The reproductions patterns, age and growth of *P. lascaris* from the central coast of Algeria (Southwestern Mediterranean) were studied from 193 fish data collected between January 2017 and June 2020. The monthly evolution, of the somatic gonad report and percentages of maturity stages, showed that the reproduction period is somewhat more prolonged in the sand sole, maturation of the genital products starts in March. The overall sex-ratio was 1 male to 1.18 females. Size at sexual maturity for males and females is attained at 13.2 cm total length. According an appropriate method for age determination, *P. lascaris* has a long-life span, with ages up to 8 years recorded. Males and females don't show dimorphism in growth. Von Bertalanffy, growth model was fitted to length-at-age data. The model growth parameters estimated were:  $L_{\infty} = 35.99$  cm total length,  $K = 0.1 \text{ yr}^{-1}$ ,  $t_0 = -3.49$  yr, for females; and  $L_{\infty} = 45.02$  cm total length,  $K = 0.06 \text{ yr}^{-1}$ ,  $t_0 = -5.03$  yr, for males. The acquisition of this scientific knowledge is necessary for the development of more efficient and sustainable management models for this species on the Algerian coasts.

**Keywords:** Soleidae, *Pegusa lascaris*, reproduction, age, growth, Algeria

---

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو وصف بعض جوانب علم الأحياء وديناميكيات العشائر لسلمكة الصول الرملي *Pegusa lascaris* (Soleidae). تمت دراسة أنماط التكاثر والعمر ونمو الجمبري اللاسكارى من الساحل الأوسط للجزائر (جنوب غرب البحر الأبيض المتوسط) من 193 بيانات سمكية تم جمعها بين جانفي 2017 وجوان 2020. التطور الشهري لتقرير الغدد التناسلية الجسدية والنسب المئوية لمراحل النضج، أظهرت أن فترة التكاثر أطول إلى حد ما، ويبدأ نضج المنتجات التناسلية في مارس. كانت النسبة الإجمالية بين الجنسين ذكراً واحداً مقابل 1.18 أنثى. يبلغ الحجم الإجمالي عند النضج الجنسي للذكور والإناث 13.2 سم. وفقاً لطريقة مناسبة لتحديد العمر، تتمتع *P. lascaris* بعمر طويل، مع تسجيل أعمار تصل إلى 8 سنوات. الذكور والإناث لا يظهرون ازدواج الشكل في النمو. تم تركيب نموذج النمو Von Bertalanffy على بيانات الطول عند العمر. كانت معاملات النمو المقدر للنموذج  $L_{\infty} = 35.99$  سم: سمعى حسب الطول الكلي،  $K = 0.1 \text{ سنة}^{-1}$ ،  $t_0 = -3.49$  سنة، للإناث؛ و  $L_{\infty} = 45.02$  سم الطول الإجمالي،  $K = 0.06 \text{ سنة}^{-1}$ ،  $t_0 = -5.03$  سنة عند الذكور. إن اكتساب هذه المعرفة العلمية ضروري لتطوير نماذج إدارة أكثر كفاءة واستدامة لهذا النوع على السواحل الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: Soleidae، *Pegusa lascaris*، تكاثر، عمر، نمو، الجزائر