

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BOUHADDA Alaeddine**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Bio-Ressources Marines**

### THÈME

**Etude morphométrique géométrique par la technique  
des points homologues du poisson *Diplodus sargus*  
(Linnaeus, 1758) au niveau de quelques stations de la  
côte algérienne**

Soutenue publiquement le 14/07/2019

DEVANT LE JURY :

Président	M. MEZALI K.	Professeur	U. Mostaganem
Encadreur	M. BOUZAZA Z.	MCB	U. Mostaganem
Examineurs	M. BELBACHIR N.	MCB	U. Mostaganem

*Thème réalisé au laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marines Littorales  
et Systématique Moléculaires de l'université de Mostaganem : 2018/2019*

## *Dédicace*

*Mes très chers parents, que je remercie infiniment pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien tout au long de mes études, merci beaucoup d'être toujours à mes côtés au long de tout mon parcours universitaire.*

*À mes chères sœurs pour leurs encouragements et leur soutien moral,*

*À mon frère pour son appui et son encouragement,*

*À mes amis que j'ai vécu avec eux des beaux moments au cours de notre cursus universitaire*

*À tous qui me connaissent de près ou de loin.*

## **Remerciements**

*Avant toute chose, nous tenons à remercier 'Dieu le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon encadreur Monsieur, **BOUZAZA Zoheir**, Maître de conférences au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, son soutien, son attention, ses bons conseils, ses qualités humaines.*

*Pour tout cela, je tiens à lui exprimer toute ma gratitude.*

*Le président **M. MEZALI K**, Professeur au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture et directeur du laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marines et Littorales et Systématique Moléculaire à l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, d'avoir accepté de présider la soutenance*

*L'examineur **M. BELBACHIR N**, Maître de conférences au département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, d'avoir accepté de examiner ce modeste travail*

*je vous en suis très reconnaissant et en espérant être à l'hauteur de votre confiance. J'ai pu constater la grande place que vous occupez au sein du Département de Science de la mer et la grande quantité de travail que vous faites.*

*Je tiens à remercier les pêcheurs qui m'ont aidé et qui m'ont facilité la tâche pour avoir obtenu les poissons de cette étude.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toute les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, vous avez ma gratitude.*

## Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude morpho-géométrique basée sur les points homologues du « sar commun » *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758). L'échantillonnage s'est effectué sur 60 individus de *D. sargus sargus* ramenés depuis trois différents ports de pêche de la côte algérienne: Port de pêche de Tipaza, Port de pêche de Salamandre-Mostaganem et Port de pêche d'Oran.

La longueur standard ( $L$ ), la hauteur ( $H$ ) et l'épaisseur ( $E$ ) ont été calculé sur chaque poisson. D'autres paramètres ont été rajoutés tels que les ratios  $H/L$ ,  $E/L$  et  $E/H$  pour les analyses statistiques et biométriques. Puis les poissons ont été photographié en vue de profile dans le but de réaliser l'étude morpho-géométrique par les points homologues en choisissant dix-huit points homologues. Ensuite, une Analyse Canonique des Variances (ACV) a été réalisée afin d'étudier le dimorphisme et la dissimilarité morphométrique entre les différentes populations de *D. sargus sargus* sur les dix-huit points homologues.

Les résultats ont montré qu'il y avait un dimorphisme sexuel pouvant être dû aux spécificités biologiques de ce poisson. Par ailleurs, une dissimilarité morpho-géométrique causée par une spéciation allopatrique entre les populations des trois zones Tipaza, Mostaganem et Oran a été observée, séparant chaque population dans un groupe bien distinct.

La technique morpho-géométrique des points homologues semble très prometteuse en taxinomie des poissons et pourrait remplacer, à un certain degré, les études phylogénétiques coûteuses et fastidieuses. Cette technique peut montrer des aspects de la morphologie des poissons que la taxinomie classique ne peut desceller.

**Mots clés :** Spéciation, sar commun, côte algérienne, divergence morphométrique, dimorphisme.

## **Abstract**

The aim of this work is a morphometric study based on a landmark analysis of the common sar *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758). The sampling was carried out on 60 individuals of *D. sargus sargus* brought from three different fishing ports on the Algerian coast: Tipaza, Salamandre-Mostaganem and Oran harbors.

Standard length ( $L$ ), height ( $H$ ) and thickness ( $E$ ) were measured for each fish. Other parameters have been added such as  $H/L$ ,  $E/L$  and  $E/H$  ratios for statistical and biometric analyzes. Then the fish were photographed in a profile view in order to realize the morpho-geometric study on heighten chosen landmarks. A Canonical Variance Analysis (CVA) was carried out in order to study the sexual dimorphism and the morphometric dissimilarity between the different populations of *D. sargus sargus* on the heighten landmarks. The results showed that there is a sexual dimorphism that could be due to the biological specificities of *D. sargus sargus*.

In addition, morpho-geometric dissimilarity caused by allopatric speciation between the populations of the three zones Tipaza, Mostaganem and Oran was observed, separating each population into a distinct group.

The morpho-géometric analysis using landmarks seems to be a hopeful method in fish taxonomy and could replace the expensive and tedious phylogenetic studies. This technique can show aspects of fish morphology that classical taxonomy cannot unseal.

**Key words:** Speciation, common sar, Algerian coast, morphometric divergence, dimorphism.

## ملخص

تعتمد دراستنا التي هي جزء من التحليل المورفومترية القائمة على نقاط متناظرة و مبيئة على سمك السار *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758) ، تم إجراء الدراسة على 60 شخصًا، تم جلبها من ثلاثة موانئ صيد مختلفة على الساحل الجزائري: ميناء تيبازة للصيد وميناء سلاماندر - مستغانم للصيد وميناء وهران للصيد.

تم حساب الطول القياسي (L) والارتفاع (H) وسمك (E) لكل سمكة، تمت إضافة معلمات أخرى مثل نسب H/L، E/L و E/H للتحليلات الإحصائية والبيومترية. ثم تم تصوير الأسماك على ضوء الصورة الشخصية من أجل تحقيق الدراسة المورفولوجية للنقاط متناظرة، وبعد ذلك تم إجراء تحليل قانوني للفروق (CVA) من أجل دراسة ازدواج الشكل والاختلاف المورفومترية بين مختلف سكان *Diplodus sargus sargus* على ثمانية عشر نقطة متناظرة.

أظهرت النتائج أن هناك إختلاف ازدواج الشكل الجنسي قد يكون بسبب الخصائص البيولوجية لهذه الأسماك. بالإضافة إلى ذلك ، لوحظ تباين هندسي مورفوي ناجم عن التباين الوراثي بين سكان المناطق الثلاث تيبازة ، مستغانم و وهران ، مما أدى إلى فصل كل مجتمع إلى مجموعة متميزة.

تبدو التقنية الهندسية المورفولوجية للنقاط المتناظرة واعدة للغاية في تصنيف الأسماك ويمكن أن تحل محل، إلى حد ما، دراسات نسجية باهظة الثمن ومضجرة.

هذه التقنية يمكن أن تظهر جوانب مورفولوجيا للأسماك الذي لا يمكن التصنيف الكلاسيكي أن يكشفها.

**كلمات مفتاحية :** أنواع جديدة ، السار المشترك ، الساحل الجزائري ، الاختلاف المورفومترية، ازدواج الشكل

**ACV:** Analyse Canonique des Variances

**LIW:** Levantine Intermediate Water.

**MANOVA:** Multiple ANalyse de Variances.

**MAW:** Modified Atlantic Water.

**Sv :**  $1Sv = 1 \text{ million m}^2/s$

**TDW:** Tyrrhenian Dense Water

**WIW:** Winter Intermediate Water.

**WMDW:** Western Mediterranean Deep Water.

N°	Titre	Page
1	Rang taxonomique pour la classification biologique.	05
2	Modèles de spéciation basé sur des subdivisions géographiques.	08
3	Carte bathymétrique de la Méditerranée.	12
4	Circulation générale des eaux Méditerranéennes selon (Millot 1999) revu par (Durrieu de Madron et al. 2011) avec (A) les eaux de surface, (B) les eaux intermédiaires et (C) les eaux profondes. Les lignes grises représentent les isobathes 1000m et 2000m	15
5	Visualisation du concept de la taille centroïde calculée à partir des trois points repères d'un triangle équilatéral. Les distances entre le centre de gravité du triangle ( $X_c$ , $Y_c$ ) et les points repères 1 à 3 figurées par des flèches de couleurs sont les distances utilisées pour calculer la taille centroïde selon la formule décrite sous le triangle (Cucchi et al., 2015).	17
6	Description de la géométrie d'une mandibule de Musaraigne (Soricidae : Crocidurinae) avec 11 points repères en 2 dimensions. <b>A.</b> Position des points repères. <b>B.</b> Description par les distances (66). <b>C.</b> Description par les coordonnées des points-repères (22).	19
7	Morphologie externe du sar commun <i>Diplodus sargus sargus</i> .	22
8	Répartition géographique de <i>Diplodus sargus sargus</i>	23
9	Carte représentant de la côte Algérienne (en jaune) (Google Maps, 2019).	27
10	Port de pêche Tipaza(Présent travail).	29
11	Port de pêche Salamandre Mostaganem (Présent travail).	29
12	Port de pêche Oran (Présent travail).	30

13	Quelques poissons de sar commun " <i>Diplodus sargus sargus</i> " identifié et étiquetés (Présent travail)..	30
14	Différentes mesurés réalisées sur <i>D. sargus sargus</i> . A, mesure de longueur standard ( <i>L</i> ); B, mesure de la hauteur ( <i>H</i> ) et C, mesure de l'épaisseur ( <i>E</i> ).	31
15	Identification du sexe de <i>Diplodus sargus sargus</i> après éviscération. Présence de gonades femelles (entourées par un contour jaune) (Présent travail)..	32
16	Photographie d'un spécimen de <i>D. sargus sargus</i> en vue de profil à l'aide d'un appareil Canon Power Shot A480 et d'un trépied.	33
17	Différents points homologues réalisés sur <i>D. sargus sargus</i> pour l'étude morpho-géométrique.	34
18	Différents morphotype de <i>D. sargus sargus</i> échantillonnées des différentes pêcheries considérées.	36
19	Résultat de l'« ACV » par rapport aux sexes. Projection des points homologues des individus des sexes.	38
20	Résultat de distribution du nuage de point de l'«ACV» par rapport aux sexes, et déformation des conformations des individus de <i>D. sargus sargus</i> analysés tout au long de axe1 : A, Malle; B Femelle de l' « ACV » réalisée par PAST version 2.17c ( <b>Hammer et al., 2001</b> ).	39
21	Projection des points homologues des individus des différentes stations.	40
22	Nuage de point de l'Analyse Canonique des Variances (ACV) par rapport aux stations d'étude.	41
23	Déformation des conformations des individus de <i>D. sargus sargus</i> sur les deux axes (axe1 et axe2) de l' « ACV » réalisée par PAST version 2.17c ( <b>Hammer et al., 2001</b> ).	42

N°	Titre	Page
<b>1</b>	Résultat du test à postériori de Tukey. Les valeurs mentionnées sont les P_Values de chaque paire de comparaison.	<b>37</b>
<b>2</b>	Résultat de la MANOVA par le Lambda de Wilk.	<b>38</b>
<b>3</b>	La classification à postériori des sexes.	<b>39</b>
<b>4</b>	Résultat de la MANOVA pour l'effet « stations » avec une approximation de Chi2.	<b>41</b>
<b>5</b>	La classification à postériori des stations.	<b>43</b>

# ***SOMMAIRE***

---

---

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## **Chapitre 1 : Revue bibliographique**

I. Notions et principes de base.....	5
I.1. Le concept de l'espèce.....	5
I.2. Les modes de spéciation.....	7
I.2.1.1. Spéciation allopatrique.....	7
I.2.1.2. Spéciation parapatrique.....	7
I.2.1.3. Spéciation sympatrique.....	7
I.2.1.4. Spéciation péripatrique (ou spéciation par effet fondateur) .....	8
I.3. Connectivité des populations.....	10
I.3.1. Population et métapopulation.....	10
I.3.2. La migration en milieu marin.....	10
I.3.3. La phase larvaire.....	11
II. La mer Méditerranée comme zone d'étude.....	11
II.1. La circulation générale en Méditerranée occidentale.....	13
III. Les techniques morphométriques par les points homologues.....	16
III.1. La morphométrie en biologie.....	16
III.2. Définition de la méthode des points homologues.....	17
III.3. Importance des études morpho-géométrique sur les poissons.....	20
IV. Les sars commun en tant que model d'études morphométriques.....	20
IV.1. Classification.....	21
IV.2. Caractéristiques morphologiques de l'espèce <i>D. sargus sargus</i> .....	21
IV.3. Distribution géographique.....	22

IV.4.Ecobiologie.....	24
IV.5.Exploitation.....	24
IV.5.1.Pêche et intérêt économique.....	24

**Chapitre 2 : Matériel et méthodes**

I. Description de la zone d'étude.....	27
I.1. Caractéristique de la côte algérienne.....	27
I.2.Description des aires de pêche.....	28
II. Méthodologie.....	28
II.1. Échantillonnage.....	28
II.2. Mesures biométriques.....	31
II.3. Traitement statistique biométrique.....	32
II.4. Etude de la disparité par les points homologues.....	32

**Chapitre 3 : Résultats et discussion**

A. Résultats.....	36
I. Taxonomie et identification de l'espèce étudiée.....	36
II. Etude morphométrique.....	36
II.1. Etude du dimorphisme sexuel.....	36
II.2. Etude de l'effet stations.....	37
II.3. Etude de la disparité par les points homologues.....	37
II.3.1. Dimorphisme sexuel.....	37
II.3.1.1. Effet du dimorphisme sexuel.....	37
II.3.1.2. Classification à postériori des sexes.....	39
II.3.2. Dissimilarité entre les stations.....	40

II.3.2.1. Effet « stations ».....	40
II .3.2.2. Classification à postériori des stations.....	43
B. Discussion.....	44
<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>48</b>

# ***INTRODUCTION***

---

Sur le littoral ouest algérien, la pêche s'exerce en mode artisanale sur les côtes et cible de nombreuses espèces de poissons téléostéens d'intérêt économique. Parmi les familles les mieux représentées sont les sparidés colonisant les eaux côtières et du large, sur des fonds très variés (roches, sable et herbiers) (**Dieuzeide et al., 1953; Djabali et al., 1993; Derbal & Kara, 2001; Derbal, 2007**).

*Diplodus sargus sargus* ou "sar commun" est l'espèce la mieux représentée dans les captures des filets maillants (**Derbal, 2007**).

D'intérêt non seulement halieutique mais aussi économique et aquacole comme la majorité des sparidés méditerranéens, *D. sargus sargus* a fait l'objet de nombreuses études qui ont concerné des aspects différents, notamment sa morphologie (**Palma & Andrade, 2001**), son recrutement (**Garcia-Rubies & Macpherson, 1995; Harmelin-Vivien et al., 1995; Vigliola & Harmelin-Vivien, 2001**), sa croissance (**El Maghraby et al., 1981b; Quignard & Man Wai, 1982; Man-Wai & Quignard, 1984; Gordo & Moli, 1997; Morato et al., 2001; Pajuelo & Lorenzo, 2002; Abecasis et al., 2008**), la biologie et la physiologie de sa reproduction (**El Maghraby et al., 1981a; Micale et al., 1987; Lahnsteiner, 2003; Perez et al., 2007**), son régime alimentaire et les interactions entre proies et prédateurs (**Rosecchi, 1985; Sala & Ballesteros, 1997; Figueiredo et al., 2005; Guidetti et Dulcic, 2007**), sa neurophysiologie (**Ferrandino & Grimaldi, 2008**), son élevage (**Kentouri, 1981; Divanach et al., 1982; Saavedra et al., 2006; Carvalho et al., 2006**) ainsi que sa structure démographique et génétique (**Lenfant, 2002; Lenfant, 2003; Perez-Ruzafa et al., 2006**).

Chez les poissons, les caractères morphométriques (métriques et méristiques) sont toujours employés pour déterminer leur divergence phénotypique, bien que leur expression résulte généralement d'interactions complexes entre les facteurs de l'environnement et le programme génétique de l'animal. Cependant, des nouvelles techniques morpho-géométriques tel que la méthode des points homologues ont récemment vu le jour ses dernières années rendant les études taxinomiques des espèces marines plus robuste.

Chez *D. sargus sargus* la morphologie a fait l'objet d'un certain nombre d'études dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (**Cadenat, 1964; Bauchot & Daget, 1974; De La Paz, 1975; Palma & Andrade, 2001; Beltrano et al., 2004**). Sur les côtes nord africaines, aucun travail ne lui a été consacré à l'inverse du sparailon *D. annularis* (**Nouacer, 2002**), le sar tambour *D. cervinus cervinus* (**Derbal, 2007**) et le sar à tête noire *D. vulgaris* (**Madache, 2009**).

L'objectif de cette étude est de caractériser la morphologie de *D. sargus sargus* de la côte ouest de l'Algérie par la technique des points homologues. Son intérêt est de fournir une référence régionale utile aux recherches actuelles sur la différenciation des populations de cette espèce.

# *CHAPITRE 1*

---

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. Notions et principes de base

### I.1. Le concept de l'espèce

Dans les sciences des vivants, l'espèce du latin "species" est le taxon de base de la systématique. Il existe plus d'une vingtaine de définition de l'espèce dans la littérature scientifique (Virginie, 2010) (Fig. 1).

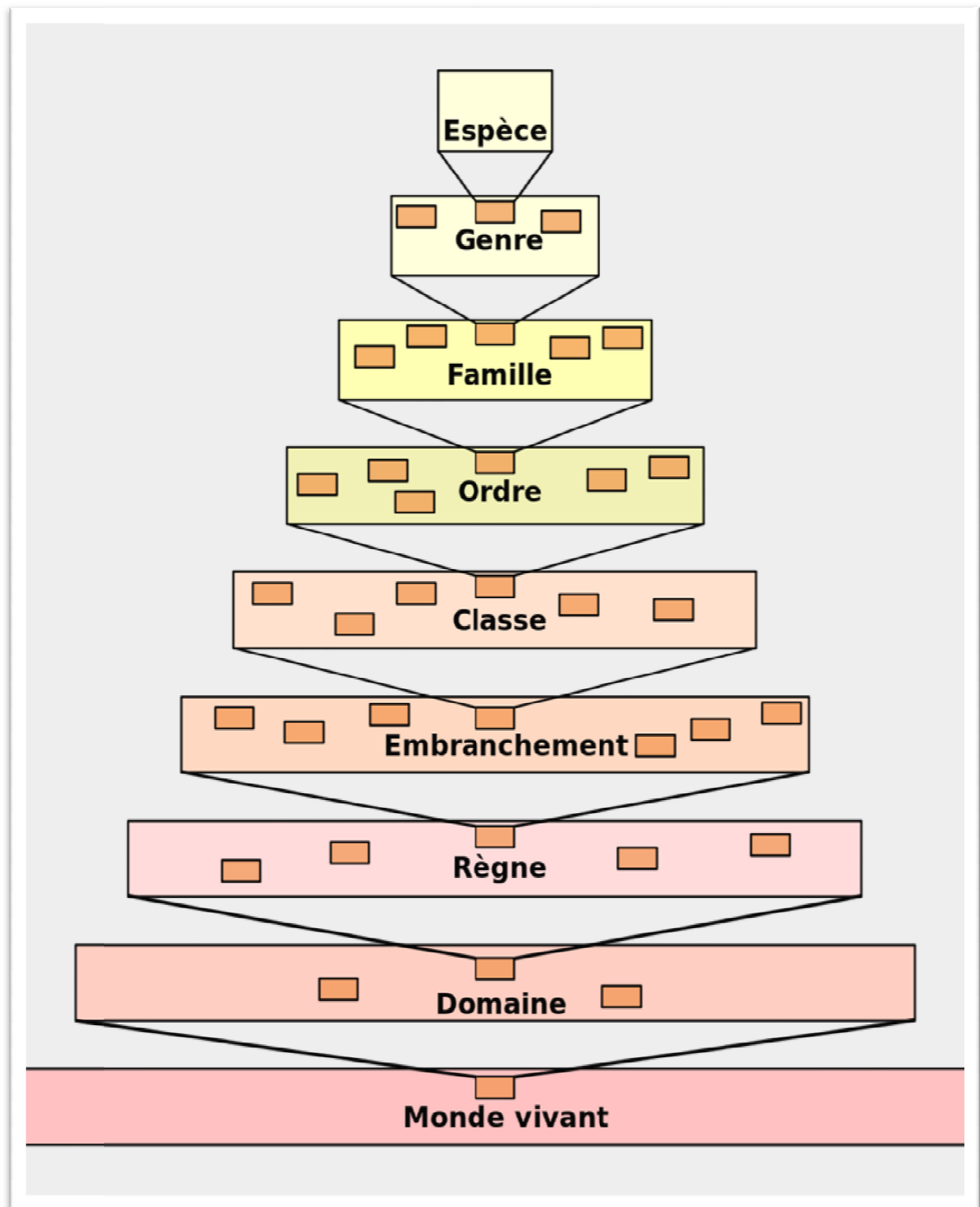


Figure 1 : Rang taxonomique pour la classification biologique [A].

La définition la plus communément admise est celle du concept biologique de l'espèce énoncée par **Mayr (1942)** : *"une espèce est un ensemble de population dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans les conditions naturelles"*.

Ainsi, l'espèce est la plus grande unité de population au sein de laquelle le flux génétique est possible et les individus d'une même espèce sont donc génétiquement isolés d'autres ensembles équivalents du point de vue reproductif.

Pourtant le critère d'interfécondité ne peut pas toujours être vérifiée : c'est le cas pour les fossiles, les organismes asexués ou pour des espèces rares ou difficiles à observer.

Selon **Neil & Jane (1987)**, d'autres définitions peuvent donc être utilisées :

- Espèce morphologique : groupe d'individus défini par des caractéristiques structurales (taille, forme, ...);
- Espèce phylogénétique : la plus petite lignée d'une population pouvant être définie par une combinaison unique de caractères diagnostiques;
- Espèce phénétique : ensemble d'organismes vivant se ressemblant (critère de similitude morphologique, anatomique, embryologique, ...) plus entre eux que d'autres ensembles équivalents;
- Espèce écologique : groupe d'organisation partageant une même niche écologique. Il existe aussi une autre définition à relier à la notion de niche écologique. Une espèce est censée occuper une niche écologique propre, cela revient à associer une espèce à des conditions de vie particulières. Cette définition proposée par **Hutchison (1968)** souffre des problèmes de recouvrement de niche (plusieurs espèces dans les niches sont très proches).

## I.2. Les modes de spéciation

La spéciation est en biologie, le processus évolutif par lequel de nouvelles espèces vivantes se forment à partir de d'ancêtres communs. La spéciation résulte de la dérive génétique et de la sélection naturelle qui sont les deux moteurs de l'évolution. Charles Darwin fut le premier à décrire le rôle de la sélection naturelle comme facteur de spéciation dans son livre *l'origine des espèces* (1859) (Via, 2009)

Les mécanismes de spéciation sont très nombreux (Bush, 1975):

### I.2.1.1. Spéciation allopatrique

La définition de la spéciation allopatrique (Fig. 2a) ou spéciation géographique a été donnée par Mayr (1942) : « Chez les animaux à reproduction sexuée, une nouvelle espèce se forme quand une population qui est géographiquement isolée des autres populations de son espèce d'origine acquiert, durant la période d'isolement, des caractères qui fournissent ou garantissent un isolement reproductif lorsque disparaissent les barrières externes », Le mode de spéciation allopatrique est certainement très fréquent et selon Mayr, il serait le plus répandu chez les vertébrés et exclusif chez les oiseaux (Dajoz, 2012).

### I.2.1.2. Spéciation parapatrique

A mi-chemin entre les spéciations allopatrique et sympatrique (voir plus bas), la spéciation parapatrique est une divergence entre populations qui échangent des migrants, mais avec des flux de gènes restreints (Fig. 2b).

Il semble que si la spéciation sympatrique est possible, la spéciation parapatrique devrait se produire plus facilement car les flux de gènes sont réduits, et donc la divergence facilitée (Thomas et al., 2010).

### I.2.1.3. Spéciation sympatrique

Une spéciation est dite sympatrique quand il n'existe pas des barrières extrinsèques aux flux de gènes (Fig. 2c), c'est-à-dire quand la probabilité de croisement entre individus dépend seulement de leurs génotypes (Kondrashov et al., 1986).

La réalité de la spéciation sympatrique, en l'absence de barrières géographiques, a été un concept longtemps rejeté, surtout en raison de l'influence d'Ernst Mayr. Des cas indiscutables sont

connus aujourd'hui. Pour se réaliser, cette spéciation exige des conditions spéciales telles que la polyploïdie, des réarrangements chromosomiques ou des modifications des comportements alimentaire ou reproducteur (Dajoz, 2012).

#### I.2.1.4. Spéciation péripatrique (ou spéciation par effet fondateur)

Ce type de spéciation est semblable à la spéciation allopatrique, puisqu'une barrière géographique sépare la population en deux (Fig. 2d). Cependant, la taille (en nombre d'individus) d'une des deux populations est largement plus petite que l'autre. Ce détail, en apparence anodin, a des conséquences majeures sur l'évolution des populations (Laporte, 2009).

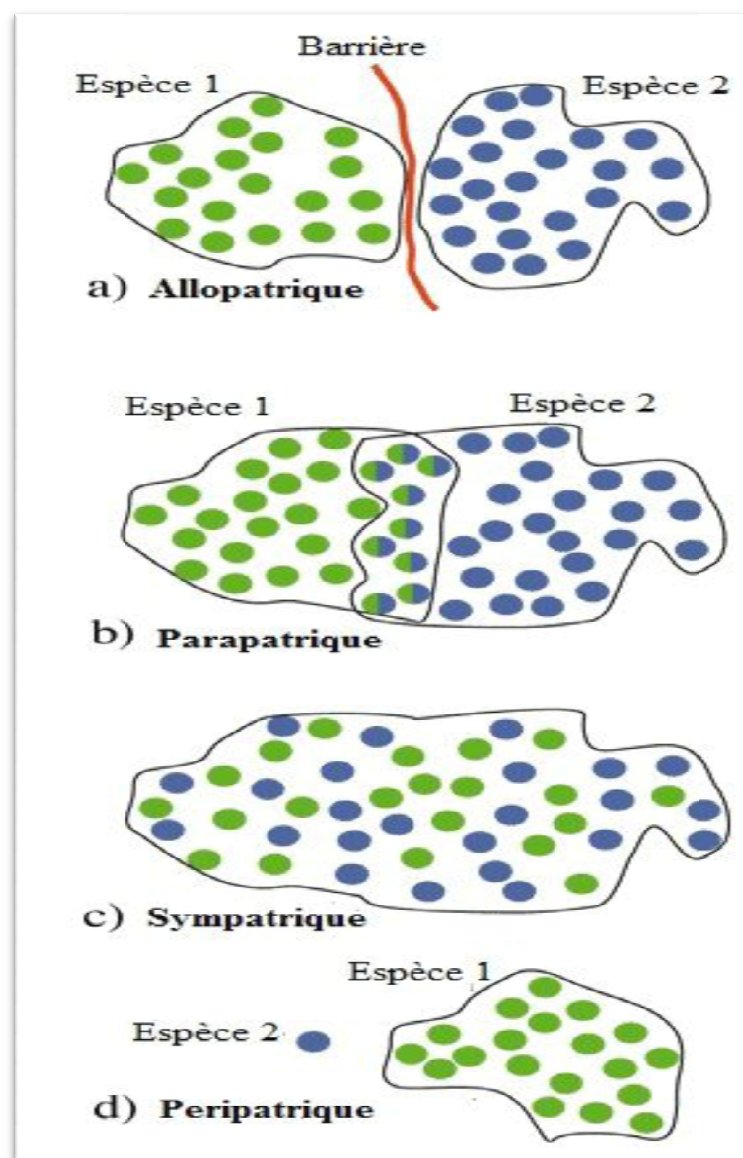


Figure 2 : Modèles de spéciation basé sur des subdivisions géographiques [B].

**Dajoz (2012)** mentionne d'autres modes de spéciation à l'image de la spéciation rapide (spéciation saltatrice), la spéciation par réarrangement chromosomique, et la spéciation par hybridation et duplication (Polyploïdie). **Lecointre (2009)** insiste sur la spéciation en anneau, une notion introduite par **Mayr (1942)**.

Le terme de spéciation **stasipatrique** a été proposé par **White et al. (1967)** pour expliquer la spéciation sympatrique d'orthoptères acridiens morabinés d'Australie, du genre *Vandiemenna*. Ce mode de spéciation implique des remaniements portant sur des translocations ou des fusions chromosomiques à l'origine de l'isolement reproductif sympatrique. Cependant, ce mécanisme de spéciation a été contesté dès son origine, et a été définitivement enterré par les travaux de **Kawakami et al. (2009)** en ce qui concerne les espèces du complexe *Vandiemenna viatica* (**Harry, 2012**).

Un autre mécanisme peut être à l'origine de la différenciation de nouvelles espèces en conditions sympatriques. Ainsi la ploïdisation par doublement un certain nombre de fois du lot chromosomique peut-il conduire à la différenciation de nouvelles espèces notamment chez les plantes, mais pas seulement. Ainsi, chez la paramécie, *Paramecium tetraurelia*, trois événements de duplication génomique ont été mis en évidence et le dernier a conduit à la formation de 15 espèces jumelles (**Aury et al., 2006**). La différenciation de ces espèces résulterait de pertes géniques différentes au sein de populations isolées conduisant à leur impossibilité de croisement. Avec cet exemple, nous voyons que le processus de spéciation peut conduire à la différenciation simultanée (ou quasi) de plusieurs espèces et ne conduit pas inexorablement d'une espèce vers deux nouvelles espèces, par cladogenèse, ou progressivement d'une espèce en une autre, par anagenèse.

Chez les plantes, la polyploïdisation peut suivre un événement d'hybridation, c'est-à-dire le croisement entre deux espèces différentes, et permettre la formation d'une troisième par restauration du bon déroulement des divisions cellulaires. C'est le cas, par exemple, chez les poacées cultivées comme le riz, le maïs, le blé, ou sauvages comme les spartines, plantes typiques des vasières côtières (**Harry, 2012**).

### I.3. Connectivité des populations

#### I.3.1. Population et métapopulation

La population est un ensemble d'individus d'une même espèce vivant dans un même territoire et se reproduisant exclusivement entre eux (**Gadoud & Surdeau, 1975**).

L'habitat auquel l'espèce est inféodée occupe rarement l'ensemble de l'aire de distribution géographique. L'espèce est donc distribuée de façon plus ou moins discontinue en populations. Les flux entre populations assurent ainsi l'homogénéité de l'espèce.

Plusieurs niveaux de connectivité peuvent ainsi exister entre les populations, permettant de décrire une gradation depuis des populations continues, vers des populations structurées puis des métapopulations et enfin des populations isolées, même si la limite reste assez floue entre ces diverses catégories (**Odum, 1971**).

Une population isolée, ou fermée, se définit par l'absence d'immigrants, en opposition aux populations dites ouvertes. Le concept de métapopulation, quant à lui, a été introduit en écologie par **Levins (1969)**. Il repose sur l'idée d'un ensemble de populations structurées spatialement échangeant entre elles des migrants.

La métapopulation persiste au travers d'un équilibre entre extinctions locales et recolonisations. Les risques d'extinction sont équivalents pour toutes les populations et les taux de colonisation sont indépendants des distances séparant les populations. **Levins (1969)** suggère également que le taux de migration doit être faible de sorte que la migration ne modifie pas la dynamique des populations locales existantes. De ce fait, la dynamique des populations locales est beaucoup plus rapide que celle de la métapopulation.

#### I.3.2. La migration en milieu marin

Le terme de migration, comme celui de territoire, n'est pas débarrassé de références à l'éthologie animale. Ainsi la migration définitive se situe comme un écho des déplacements acycliques, «lorsque des individus ou des populations couvrent de longues distances sans jamais revenir à leur lieu d'origine». Selon cet auteur, seuls sont indépendantes des migrations, chez les animaux toujours, les déplacements cycliques, avec retour au point de départ. Il s'agit de déplacements réguliers entre une aire de reproduction (dénommée patrie) et une aire de séjour en

dehors des périodes de reproduction. La migration intervient donc dans le cycle de vie de l'animal et sa périodicité varie évidemment selon la durée de vie des différentes espèces (**Pailhe, 2002**).

### **I.3.3. La phase larvaire**

**Hjort (1914, 1926)** a été l'un des premiers scientifiques à travailler sur le cycle de vie des poissons. Mais ce n'est qu'à partir de la fin des années 80 que l'on a redoublé d'efforts pour étudier les phases initiales des poissons côtiers, lesquels ont, pour la plupart, une phase larvaire pélagique (**Leis, 1991; Leis & Carson-Ewart, 2000**), cette phase leur permettant de coloniser de nouveaux habitats côtiers tout en favorisant ainsi la connectivité entre les populations et donc la sauvegarde des espèces.

Selon les espèces, les larves passent d'une vingtaine de jours à plus d'une centaine de jours dans l'océan. Plus ou moins passives dans les tout premiers stades, un peu plus actives quand elles grossissent (**Irrisson et al., 2009**), les larves se déplacent au gré des masses d'eau pendant la plus grande partie de cette phase. Des changements physiologiques et comportementaux vont alors leur permettre de s'orienter (**Doherty & Williams, 1988; Cowen et al., 2000**) à la recherche de leur nouvel habitat. Cette habitat est cruciale puisque la plus grande partie de ces post-larves (plus de 95%) vont disparaître au cours de la semaine suivant leur installation (**Doherty et al., 2004; Planes & Lecaillon, 2001; Planes et al., 2002**).

## **II. La mer Méditerranée comme zone d'étude**

La mer Méditerranée est une mer intérieure qui se divise en deux principaux bassins : la Méditerranée Occidentale et la Méditerranée Orientale. Le bassin occidental est lui même relativement compartimenté. On y distingue généralement six bassins : la mer d'Alboran, le bassin Algérien, la mer des Baléares, le bassin nord-occidental, la mer Ligure et la mer Tyrrhénienne (**Fig. 3**). Cinq principales grandes îles délimitent ces bassins : les trois îles Baléares à l'ouest et la Corse et la Sardaigne à l'Est. La Méditerranée Occidentale n'est pas une mer très profonde (~2600m au maximum) et comporte de vastes zones peu profondes dont le Golfe du Lion qui est l'exemple le plus évident. Elle est reliée à l'ouest à l'Océan Atlantique par le détroit de Gibraltar (~14km de large et ~300m de profondeur) et à l'est à la Méditerranée Orientale par le détroit de Sicile (~150km de large et ~400m de profondeur). Ces détroits étant peu profonds, la profondeur des échanges est donc restreinte

La Méditerranée est caractérisée par un climat aride. Il en découle que les apports en eau douce (précipitations, ruissellement, fleuves) et les apports de la mer Noire ne suffisent pas à compenser les pertes par évaporation (**Bryden et al., 1994**). Ce déficit est compensé par des échanges d'eau à Gibraltar. Le flux d'eau au niveau du détroit est la somme d'un flux d'eaux Atlantiques plutôt chaudes et peu salées ( $\sim 0.78\text{Sv}$  sachant que  $1\text{Sv} = 10^6\text{m}^3/\text{s}$ ) entrant en surface et d'un flux plus faible d'eaux Méditerranéennes plutôt froides et salées sortant en profondeur ( $\sim 0.67\text{Sv}$ ) (**Bryden et al., 1994; Tsimplis & Bryden, 2000; Criado-Aldeanueva et al., 2012**). La Méditerranée est un bassin de concentration. Son bilan de chaleur montre qu'elle est également un bassin qui globalement perd de la chaleur.

Selon (**Bethoux et al., 1999**), la mer Méditerranée est comparable à un océan miniature. En effet, elle fait intervenir dans un espace relativement réduit des processus hydrodynamiques similaires à ceux liés au fonctionnement d'un océan global, impliquant des échelles spatiales et temporelles variables. La circulation globale à grande échelle est quasiment stationnaire, alors que la formation d'eaux denses dans le bassin nord occidental fait appel à des processus à l'échelle du kilomètre pendant quelques heures. Entre ces deux bornes, l'ensemble du spectre est représenté avec des variabilités temporelles différentes.

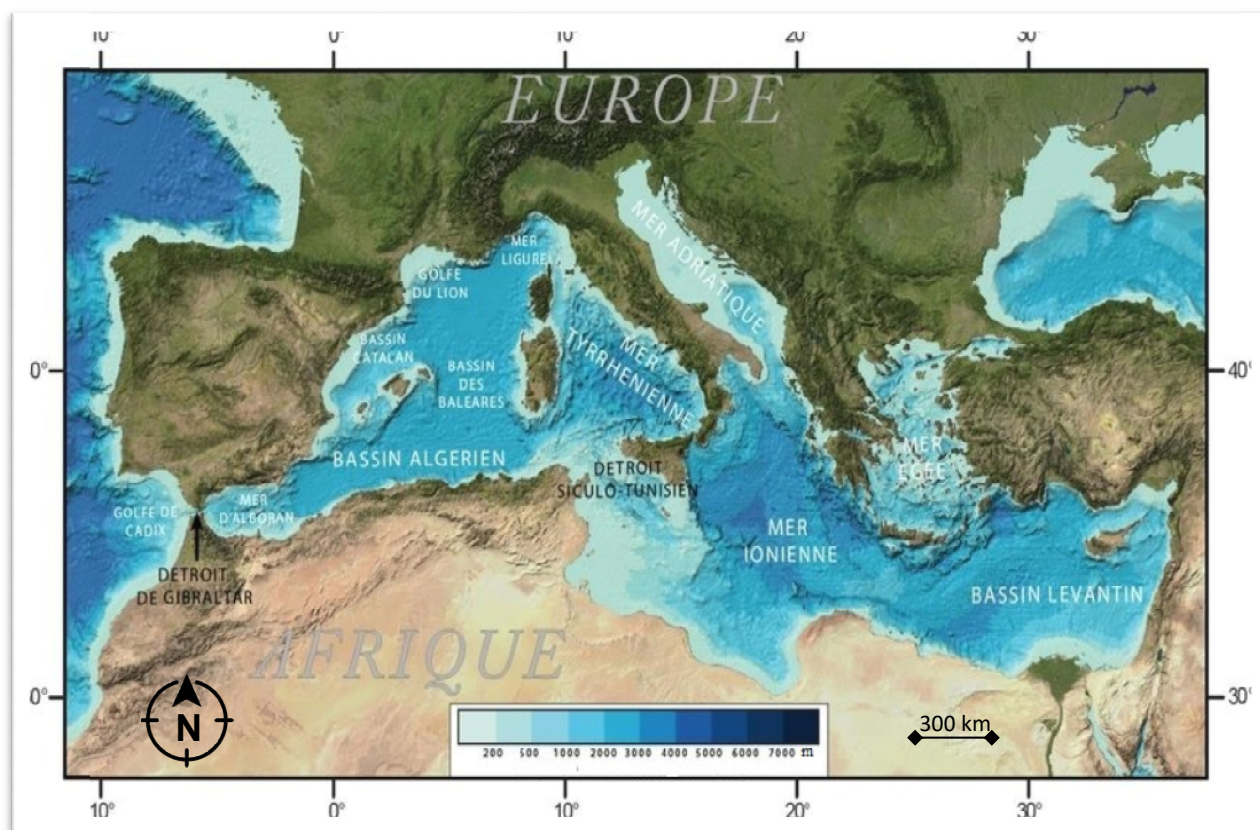


Figure 3 : Carte bathymétrique de la Méditerranée [C].

## II.1. La circulation générale en Méditerranée occidentale

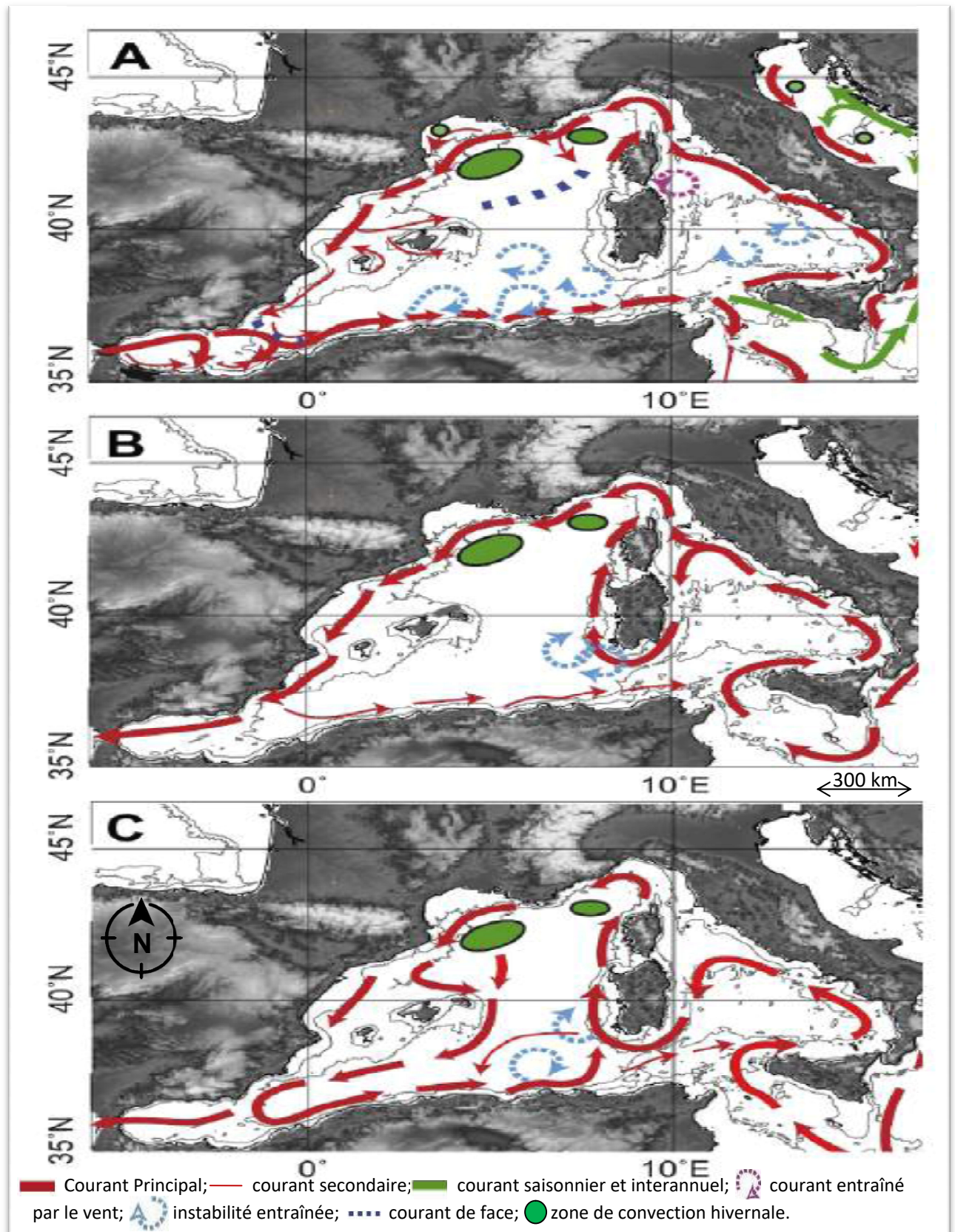
En Méditerranée nord occidentale, on distingue quatre masses d'eau principales : l'eau de l'atlantique modifiée "Modified Atlantic Water" (MAW), l'eau intermédiaire d'hiver "Winter Intermediate Water" (WIW), l'eau levantine intermédiaire "Levantine Intermediate Water" (LIW) et l'Eaux profondes de la Méditerranée occidentale "Western Mediterranean Deep Water" (WMDW) (Millot, 1999; Send et al., 1999). On peut également mentionner l'eau dense tyrrhénienne "Tyrrhenian Dense Water" (TDW).

Dans une approche générale au premier ordre, la circulation des masses d'eaux est contrainte par la géostrophie et la bathymétrie.

La MAW suit un parcours cyclonique dans le bassin occidental (**Fig. 4A**). Originnaire du détroit de Gibraltar, elle traverse la mer d'Alboran en longeant la côte Marocaine puis pénètre dans le bassin algérien formant le courant côtier algérien transportant environ 1,7 Sv (Millot et al., 1997). Elle suit la côte algérienne jusqu'au détroit de Sicile où elle se sépare en deux branches. Les deux tiers du courant entrent dans le bassin oriental alors que le reste s'engouffre en mer tyrrhénienne (Sammari et al., 1999). La MAW se dirige alors vers le nord en suivant la côte italienne jusqu'au canal de Corse. Une partie rebrousse chemin, longe la Corse et la Sardaigne vers le sud, pénètre dans le bassin Algérien et remonte vers le nord formant le courant Ouest-Corse. Il fusionne en mer Ligure avec l'autre partie qui a traversée le canal de Corse. Le courant Nord (1,1 - 1,9Sv)(1Sv = 1 million m<sup>2</sup>/s) se forme alors et suit les côtes italiennes, françaises puis espagnoles jusqu'en mer des Baléares (Sammari et al., 1995; Alberola et al., 1995). Une partie est alors déviée vers le sud et s'écoule à l'est de Minorque puis au sud des îles Baléares alors que l'autre partie forme le courant Catalan qui longe les côtes catalanes (Lopez Garcia et al., 1994; Pinot et al., 1995). Une part de ce courant Catalan traverse le canal d'Ibiza et le reste remonte le long des îles pour couler dans le bassin Algérien (Pinot & Ganachaud 1999). La circulation cyclonique de la MAW est bouclée à l'entrée du bassin Algérien.

La WIW s'écoule sous la MAW après sa formation et suit globalement la circulation des couches supérieures. On la retrouve dans toute la Méditerranée Occidentale (Perkins & Pistek, 1990) avec une assez grande variabilité. Elle est très présente dans la mer des Baléares (Juza et al., 2013).

La LIW entre en Méditerranée Occidentale par le détroit de Sicile (**Fig. 4B**). Elle décrit alors une circulation cyclonique en mer Tyrrhénienne à l'image de la MAW. La branche qui contourne la Sardaigne et la Corse est plus importante que celle qui traverse le canal de Corse (**Millot, 1999**). Elle est ensuite canalisée en mer de Ligure par le courant Nord jusqu'en mer des Baléares. La LIW passe alors par le canal d'Ibiza pour une partie tandis que l'autre contourne les îles Baléares. Selon (**Pinot & Ganachaud, 1999**), le passage par le canal d'Ibiza serait régulièrement bloqué dynamiquement par une structure tourbillonnaire de WIW. Cette masse d'eau s'échappe ensuite de la Méditerranée par le Détroit de Gibraltar et rejoint l'Atlantique. Une partie recircule dans le bassin en rejoignant les côtes africaines et le courant algérien.



**Figure 4** : Circulation générale des eaux Méditerranéennes selon Millot (1999) revu par Durrieu de Madron et al. (2011). A, les eaux de surface; B, les eaux intermédiaires et C, les eaux profondes. Les lignes grises représentent les isobathes 1000 et 2000m.

La TDW est formée en mer tyrrhénienne et s'y écoule ensuite cycloniquement. À cause de sa densité, elle ne franchit pas le seuil du canal de Corse mais une partie rejoint le bassin Algérien au sud de la Sardaigne. Elle suit alors la circulation globale sous la LIW.

La WMDW se forme dans la zone de convection au large du golfe du Lion principalement (**Fig. 4C**). Une partie de ces eaux s'exporte en s'incorporant au courant Nord, s'écoule dans le bassin algérien par le courant à l'est de Minorque et décrit ensuite une circulation cyclonique dans tout le bassin. L'autre partie s'échappe de la zone de convection piégée dans le cœur des tourbillons. La WMDW finit ainsi par tapisser tout le fond de la Méditerranée Occidentale et est sujette à une circulation thermohaline durant laquelle elle remonte lentement. Son temps de séjour est estimé à 100 ans. Une petite partie se mélangeant à la LIW en mer d'Alboran rejoint l'Atlantique par le détroit de Gibraltar (**Millot, 2009**).

### III. Les techniques morphométriques par les points homologues

#### III.1. La morphométrie en biologie

L'analyse de la forme des structures ou objets biologiques est au centre de beaucoup d'études morphologiques et développementales. Traditionnellement, l'analyse de la forme est faite par des mesures de distances et d'angles et l'utilisation de ratios, mais ce type de données ne décrit pas adéquatement la forme d'un objet. Lorsque le nombre de mesures augmente considérablement, les outils et logiciels statistiques ne sont pas tout le temps en mesure de les gérer (**Slice, 2007**).

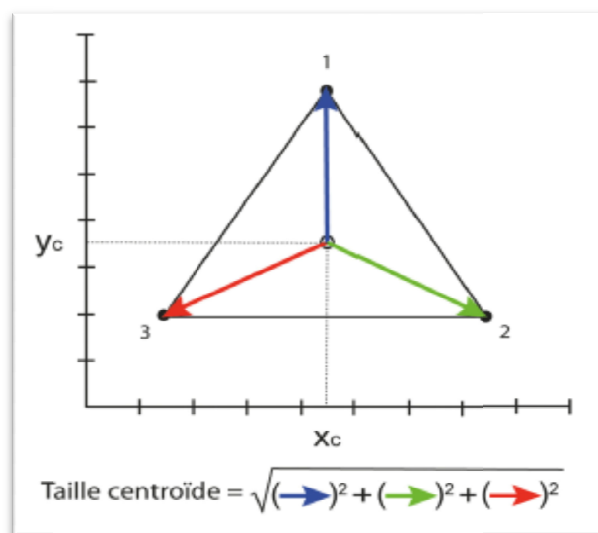
La morphométrie géométrique est une technique d'analyse de la forme des structures. Elle consiste en l'apposition de points de références (repères, ou *landmarks* en anglais) homologues entre individus à comparer. Une procédure de superposition Procruste généralisée est effectuée sur l'ensemble des coordonnées des points de références afin d'enlever l'information relative à la position et à la taille permettant d'analyser seulement la forme (**Mitteroecker & Gunz, 2009; Gunz & Mitteroecker, 2013**).

Les repères permettent donc de mesurer la forme des objets, mais imposent cependant une simplification de cette dernière (voir plus bas). L'utilisation de semi-repères, des points apposés de manière systématique entre deux repères (ou plus), vient compléter l'information obtenue via les coordonnées des repères en permettant la description, cette fois-ci, des courbes.

Les semi-repères sont distribués de manière semi-arbitraire et nécessitent des étapes de transformation pour être comparables entre individus. Une procédure de minimisation de l'« énergie de torsion » doit être appliquée pour les interpréter (**Bookstein, 1997; Adams et al., 2013**). Cette procédure ajuste les différences de 2 courbes entre les individus pour minimiser les transformations mathématiques nécessaires pour passer d'une configuration de repères et semi-repères à une autre (**Gunz & Mitteroecker, 2013**).

### III.2. Définition de la méthode des points homologues

Cette méthode consiste à définir des points d'intérêt sur les structures étudiées, selon le but recherché, puis à les marquer au moyen de repères (extrémité d'un os, articulation, foramen, etc.). Leurs coordonnées sont ensuite relevées en 2D ou en 3D, soit directement dans un logiciel si l'on travaille sur des images, soit directement sur l'objet en 3D, à l'aide d'un pointeur laser adapté. Les effets d'échelle sont ensuite éliminés grâce au calcul de la distance **Procruste**<sup>1</sup> ou à l'aide des coordonnées de Bookstein (voir plus bas), ce qui autorise enfin la réalisation de comparaisons objectives des formes étudiées. Ainsi, la morphométrie géométrique caractérise la forme d'un objet par l'ensemble des coordonnées des points mesurés et sa taille est définie de manière unique par la taille centroïde sur l'ensemble des points (**Fig. 5**).



**Figure 5 :** Visualisation du concept de la taille centroïde calculée à partir des trois points repères d'un triangle équilatéral. Les distances entre le centre de gravité du triangle ( $X_c$ ,  $Y_c$ ) et les points repères 1 à 3 figurées par des flèches de couleurs sont les distances utilisées pour calculer la taille centroïde selon la formule décrite sous le triangle (**Cucchi et al., 2015**).

<sup>1</sup> Coordonnées permettant de comparer la forme de deux objets en effectuant des similitudes afin de minimiser la distance entre eux.

La taille centroïde d'un objet correspond à la racine carrée de la somme des carrés des distances entre son centre de gravité et chacun des ses points (**Fig. 5**). Pour calculer cette taille géométrique il faut tout d'abord calculer le centre de gravité (centroïde) d'une forme (ici un triangle) définie par ses points homologues (landmarks) et calculer la distance entre chacun de ces points et le centroïde.

La valeur de la taille géométrique ou « taille centroïde » est ensuite obtenue par la racine carrée de la somme des carrés de chaque distance (**Fig. 5**).

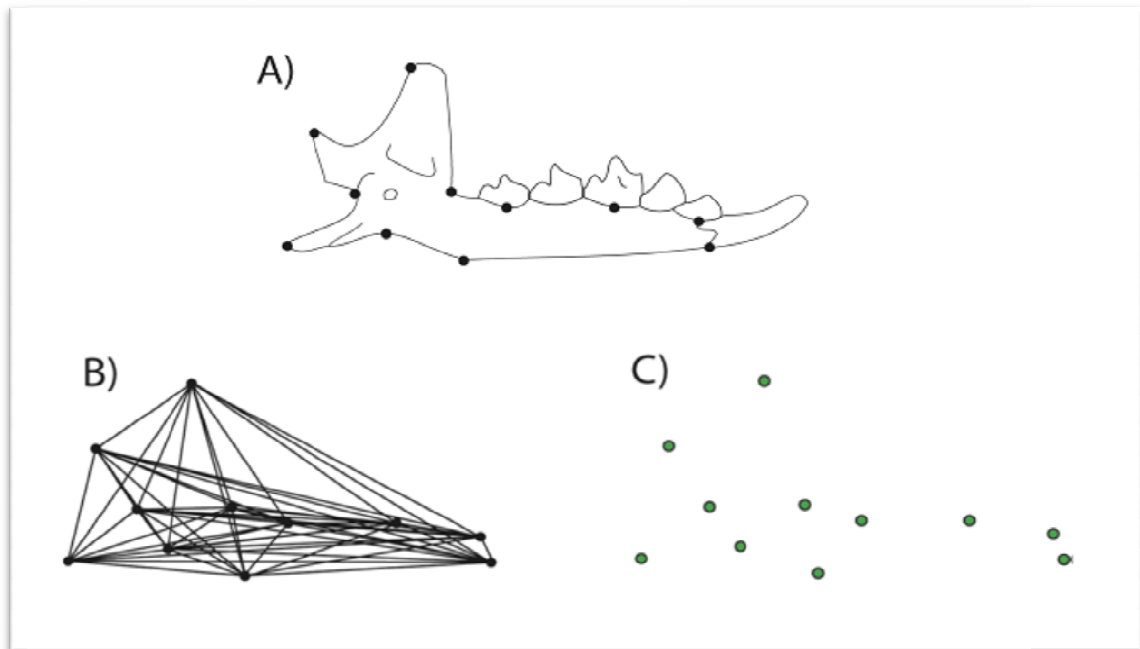
En somme, cette méthode analyse des coordonnées relatives de points-repères pour capturer la géométrie d'un objet. La morphométrie traditionnelle ne permet qu'une représentation partielle de la forme en sous-estimant la représentation géométrique. Au contraire, l'utilisation de points homologues a été privilégiée par les morphométriciens afin de maximiser l'information biologique (**Bookstein, 1991**). Une définition correcte de ces points est indispensable pour légitimer la comparaison des conformations de différents objets biologiques. Les points-repères doivent être définis au préalable sur des éléments précis et homologues des structures biologiques. En effet, dans le cadre de la théorie de l'évolution, les seuls éléments comparables entre différents organismes sont des éléments homologues, c'est à dire des éléments hérités d'un ancêtre commun et qui sont donc susceptibles de traduire l'histoire évolutive des organismes qui les portent (**Rohlf & Slice, 1990; Bookstein, 1991**).

La représentation exhaustive d'un objet en termes de distances est souvent moins parcimonieuse que sa représentation par les coordonnées des points mesurés. Ainsi, quand le nombre de points augmente, à cause de la complexité de la forme ou simplement pour en affiner la description, le nombre de mesures de distances nécessaires pour appréhender cette même géométrie augmente de façon exponentielle alors que le nombre de variables géométriques, les coordonnées de ces points-repères, augmente de façon linéaire.

Traditionnellement, la morphométrie classique consiste à déterminer les données biométriques par les mensurations d'un spécimen telles que la hauteur d'un corps, la longueur de la tête, etc. Les valeurs étant souvent réduites en pourcentage d'une autre. La morphométrie est donc une partie de l'étude scientifique de la morphologie d'un organisme.

Par exemple, il faut 10 coordonnées ou 10 mesures de distance pour appréhender la totalité de la géométrie d'une mandibule décrite par 5 points-repères en 2 dimensions ; si cette forme est décrite par 11 points-repères, il faut 22 coordonnées ou 66 distances (**Fig. 6**).

Un sous échantillonnage de ce nombre de distances permet néanmoins de tirer des informations importantes sur la forme, mais il est alors impossible de représenter graphiquement la forme étudiée et ses variations dans l'espace. L'interprétation des informations quantitatives étudiées devient alors rapidement compliquée.



**Figure 6:** Description de la géométrie d'une mandibule de Musaraigne (Soricidae : Crocidurinae) avec 11 points repères en 2 dimensions. **A.** Position des points repères. **B.** Description par les distances (66). **C.** Description par les coordonnées des points-repères (22).

En distingue 3 catégories de points-repères :

- les points-repères de **type I** qui sont définis à des intersections entre différents tissus biologiques et dont l'homologie n'est pas mise en question par la variation de la conformation ;
- les points-repères de **type II** qui ne sont pas définis par une interaction entre plusieurs tissus, mais comme une extrémité d'un même tissu, tel qu'un maximum de courbure. Ces points-repères ont une homologie discutable ;
- les points-repères de **type III** qui ne sont pas définis par des éléments structurels précis et proches, mais par leur position relative par rapport à un élément éloigné. Ils sont aussi souvent situés à des maxima de courbures. S'ils peuvent s'avérer utiles pour la description de la forme, l'homologie de ces points-repères est encore moins évidente que celle des points de **type II**.

La conformation d'un objet étant définie par la position relative des points-repères qui la composent, il est préférable de maximiser le nombre de points-repères de **type I** de façon à optimiser la comparaison avec d'autres conformations de structures similaires. Sachant que la conformation d'un objet étant définie par la position relative des points-repères qui la composent, il est préférable de maximiser le nombre de points-repères de **type I** de façon à optimiser la comparaison avec d'autres conformations de structures similaires.

### III.3. Importance des études morpho-géométrique sur les poissons

Les études morpho-géométriques permettent de déceler les dissimilarités morphologique liées à l'isolement géographique qui existe entre différentes populations d'une espèce de poissons vivant dans une large zone de répartition. Elles permettent d'estimer l'effet de spéciation sur des populations de poissons isolées géographiquement. Elle peuvent aussi renseigner sur l'influence des pressions environnementales quant à l'aspect morphologique d'un poisson (**Mangit et al., 2018**).

Ces études nous permettent d'atteindre de nouvelles perspectives taxinomique. De plus, elles nous permettent de détecter la présence de sous-espèce et d'espèces cryptiques (**Carlos et al., 2010**).

## IV. Les sars commun en tant que model d'études morphométriques

Le sar commun *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) est une espèce polytypique avec 7 sous-espèces:

*D. sargus ascencionis* (Valenciennes, 1830).

*D. sargus cadenati* (De La Paz, Bauchot & Daget, 1974).

*D. sargus capensis* (Smith, 1844).

*D. sargus helenae* (Sauvage, 1879).

*D. sargus kotschyi* (Steindachner, 1876).

*D. sargus lineatus* (Valenciennes, 1830).

*D. sargus sargus* (Linnaeus, 1758).

Ces sous-espèces sont réparties à travers le monde entier (**Bauchot & Daget, 1974; De La Paz, 1975; Heemstra & Heemstra, 2004**).

Le sar commun *D. sargus sargus* se distingue de ses congénères par la présence de 9 bandes verticales sombres sur la partie supérieure du dos (**Bauchot, 1987**), qui disparaissent souvent chez les adultes de longueur totale supérieure à 20 cm (**Louisy, 2005**). C'est l'un des sparidés les plus ciblés par les pêches locales et même artisanales et sportives, en raison de sa très bonne qualité organoleptique et de sa haute valeur économique.

#### IV.1. Classification

Nous retiendrons ici la position systématique proposée par **Bauchot & Hureau (1986)**:

Embranchement	: Chordés
Super-classe	: Vertébrés
Classe	: Gnathostomata
Sous-classe	: Ostéichthyes
Super-ordre	: Teleostei
Ordre	: Perciformes
Sous-ordre	: Percoidei
Famille	: Sparidae
Genre	: <i>Diplodus</i>
Espèce	: <i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)
Sous-espèce	: <i>D. sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758).

#### IV.2. Caractéristiques morphologiques de l'espèce *D. sargus sargus*

D'une couleur grise argentée et une longueur commune comprise entre 20 à 25 cm (maximum 45 cm) *D. sargus sargus* se distingue des quatre autres espèces du même genre (*Diplodus Puntazzo*, *Diplodus Vulgaris*, *Diplodus Cervinus* et *Diplodus annularis*) par certaines particularités morphologiques. Il possède un corps ovale et comprimé contrairement aux autres membres de cette famille qui ont un corps fusiforme, mince et allongé. Il se caractérise par la présence de rayures transversales fines au nombre de 8 à 9, alternativement très sombres et plus claires, sur les deux tiers de la hauteur du corps (**Fig. 7**). Ces rayures ont tendance à disparaître chez les individus âgés de plus de 25 cm, et parfois seules les cinq plus foncées sont apparentes chez les juvéniles. Une large tache noire en forme de selle orne la région pédonculaire et une tache sombre à la partie supérieure de l'aisselle des pectorales (**Fig. 7**). Nageoires impaires grisâtres, plus sombres distalement; le bord postérieur de la caudale est noir. Bouche légèrement protractile, lèvres minces; 8 incisives sur chaque mâchoire, très exceptionnellement 10 à la mâchoire supérieure; 3 ou 4

(rarement 5) rangées de molaires à la mâchoire supérieure et 2 ou 3 (rarement 4) rangées à la mâchoire inférieure. Les branchiospines sont au nombre de 9 à 12 sur la partie inférieure et 6 à 9 sur la partie supérieure du premier arc branchial. La nageoire dorsale a 11 à 12 épines et 12 à 15 rayons mous. La nageoire anale a 3 épines et 12 ou 14 rayons mous. Le nombre d'écaillés de la ligne latérale s'étend de 58 à 67 unités.

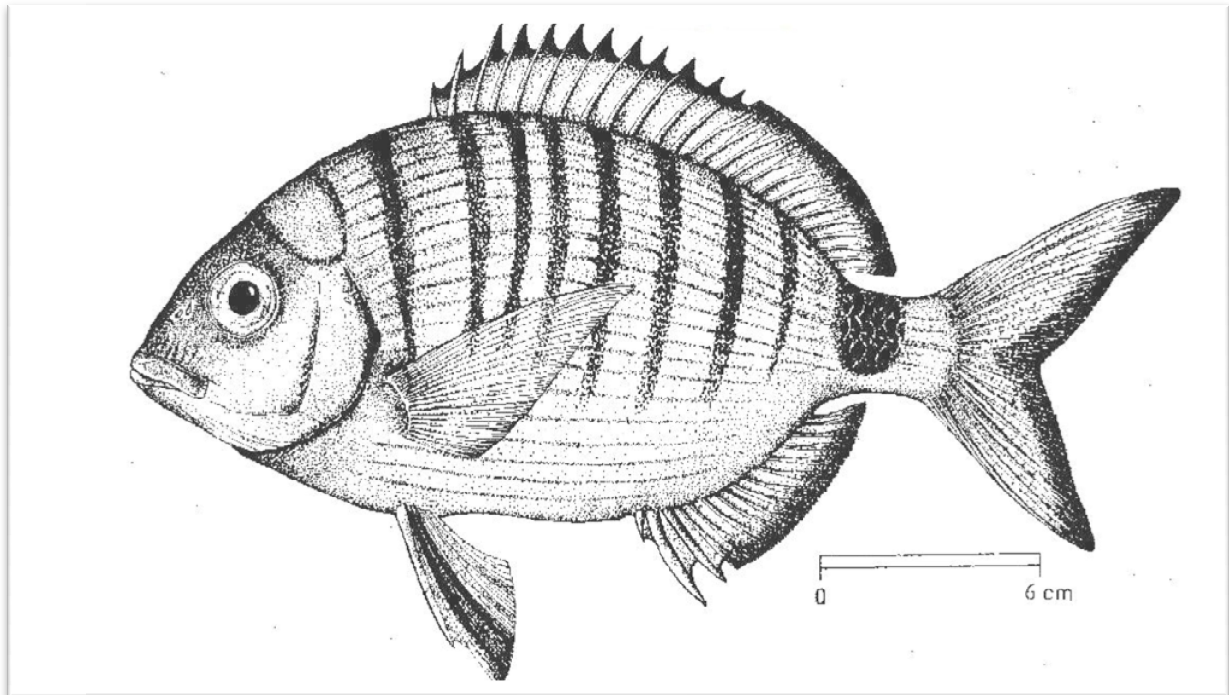


Figure 7 : Morphologie externe du sar commun *Diplodus sargus sargus* [D].

### IV.3. Distribution géographique

Ayant une large répartition géographique, la sous-espèce *D. sargus sargus* est dans l'ensemble de la Méditerranée (Fig.8). En Atlantique, l'espèce est signalée du golfe de Gascogne au cap de Bonne Espérance (Bauchot & Hureau, 1986; Whitehead et al., 1986; Fischer et al., 1987; De La Paz, 1975; Quero & Gueguen, 1978 ; Louisy, 2002), autour des îles du Cap Vert (Whitehead et al., 1986), ainsi qu'aux îles Bermudes et dans l'Océan Indien. Inventoriée sur les côtes Sud-africaines (Bonnet, 1969 ; De La Paz, 1975), Nord-Ouestafricaines (Vakily et al., 2002), elle est également signalée dans le golfe d'Arabie (Bauchot & Bianchi, 1984; Fischer & al., 1987; Abou-Seedo et al., 1990), en Adriatique (Soljan, 1963), mais est très rare en Mer Noire (Fischer et al., 1987 ; Tortonese & Cautis, 1967).

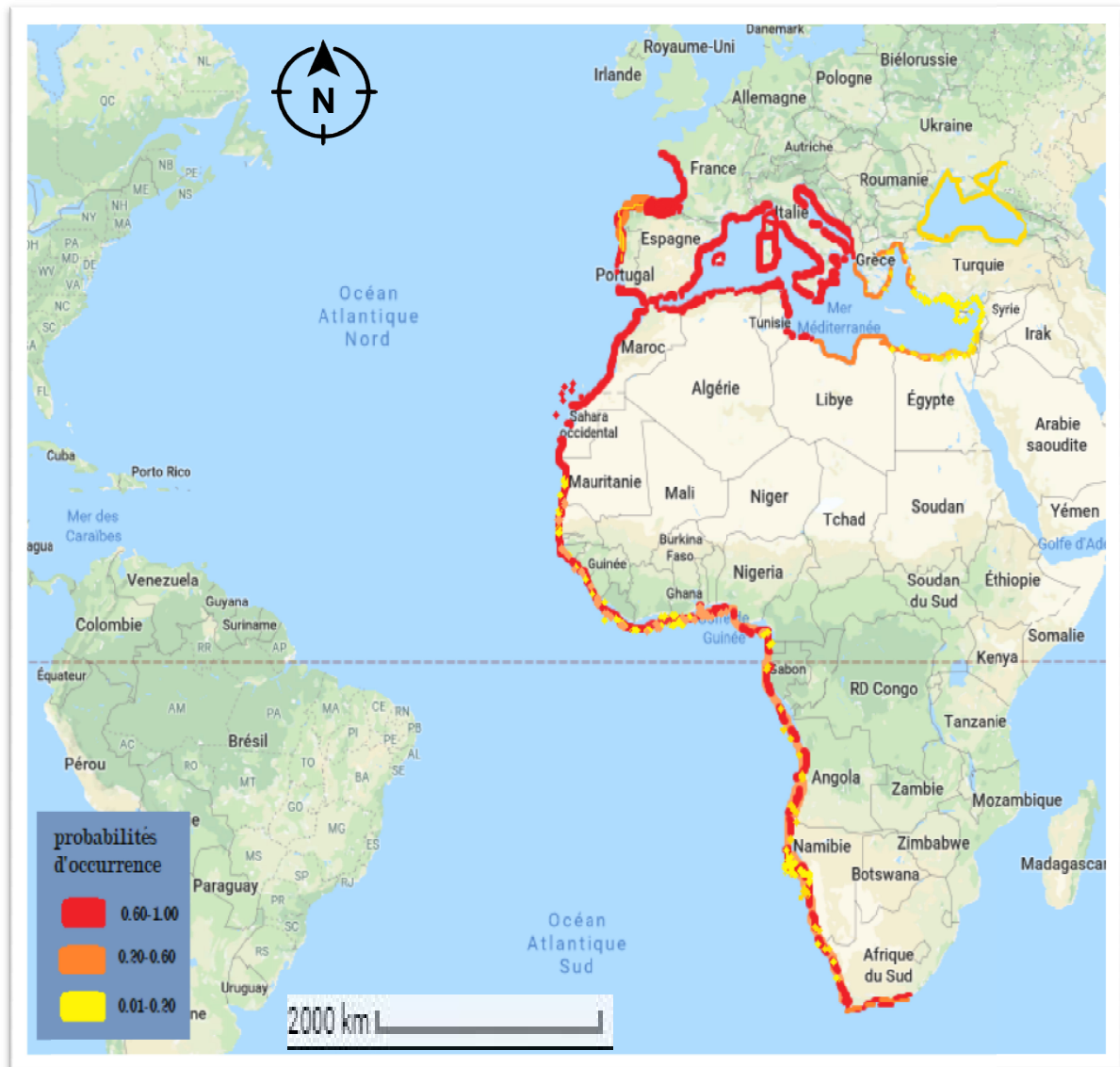


Figure 8 : Répartition géographique de *Diplodus sargus sargus* [C].

Concernant les autres sous-espèces, *D. sargus ascensionis* est signalé en île d'Ascension, *D. sargus cadenati* dans l'Océan Atlantique oriental (du golfe de Gascogne vers le Sénégal comprenant les îles des Açores, de Madère et des Canaries), *D. sargus helenae* dans l'île de Helena, *D. sargus kotschy* du golfe Persique et de l'Océan Indien nordique et enfin *D. sargus lineatus* qui est endémique aux îles du Cap Vert (Bauchot & Daget, 1974; De La Paz, 1975). Une autre sous-espèce de ce complexe, *Diplodus sargus capensis* a été récemment considérée comme sous espèce par Heemstra & Heemstra (2004).

#### IV.4. Ecobiologie :

Démersal et côtier comme la majorité des sparidés (**Fischer et al., 1987**), *Diplodus sargus sargus* vit fréquemment entre 40 et 180 m de profondeur. Il descend parfois plus profondément jusqu'à 420 m (**Bauchot, 1987**). Les juvéniles sont recrutés dans des eaux très peu profondes (< 2 m) formant de petits groupes ou des bancs au voisinage des herbiers à *Posidonia oceanica* et sur des fonds accidentés, le plus souvent constitués de roches, de sable grossier, de gravier ou de galets (**Louisy, 2005**). Les jetées constituées de blocs de pierres leur offrent non seulement une multitude d'abris, mais aussi de la nourriture en abondance (**Whitehead et al., 1984**). Le sar commun peut pénétrer aussi dans les milieux lagunaires et estuariens de la Méditerranée en été et retourne en mer en automne (**Chaoui et al., 2006**).

Grégaire, il vit en colonies se déplaçant en petits bancs en pleine eau. Benthique et euryhalin, il est capable de supporter des variations importantes de salinité. Souvent porteur de parasites externes (ectoparasites), il s'en débarrasse par un petit crénilabre, le *Symphodus melanocerus*. Excellent nageur, il possède une vessie gazeuse close, et se déplace aisément et rapidement à l'aide de mouvements des nageoires pectorales longues et falciformes et des ondulations de la partie molle de sa nageoire dorsale. Jeune, c'est un omnivore dont la bouche est ornée d'une denture forte comprenant 8 à 12 "incisives" à l'avant, à arête vive, capables de couper et d'arracher des algues, et des "molaires" à l'arrière, sur plusieurs rangées, capables de broyer des Mollusques bivalves. Adulte, c'est un consommateur macrophage, zoophage qui consomme des Crustacés ou des oursins (**Whitehead et al., 1986; Fischer et al., 1987; Gonçalves & Erzini, 2000**).

Comme la plupart des sparidés, la stratégie reproductive empruntée par cette espèce est assez complexe en raison de la flexibilité de son caractère hermaphrodite. C'est un poisson gonochorique mais hermaphrodite protérandrique [Il passe d'abord par une phase mâle (protandrie) puis par une phase femelle]. Il se reproduit, en fonction des régions, entre janvier et mars (Est de la Méditerranée) et entre mars et juin (Ouest de la Méditerranée) (**Whitehead et al., 1986**).

#### IV.5. Exploitation

##### IV.5.1. Pêche et intérêt économique

D'intérêt écologique et halieutique, les sparidés sont connus pour leur qualité organoleptique très élevée, leur valeur économique et pour certaines espèces, pour leur intérêt aquacole

et halieutique aussi bien en Méditerranée qu'en Atlantique (**Erzini et al., 2003**). Comme pour toutes les espèces de cette famille, la pêche est essentiellement côtière et artisanale et se fait au moyen de divers engins: chaluts, sennes de plage, filets maillants, palangres de fond, nasses et les lignes à mains (**Santos et al., 2002**). Commercialisée fraîche, cette espèce a une valeur marchande variant d'une région à une autre, entre 700 et 1000 DA.

# *CHAPITRE 2*

---

MATERIEL ET METHODES

## I. Description de la zone d'étude

### I.1. Caractéristique de la côte algérienne

Le littoral algérien s'étend sur une façade maritime de plus de 1622 km de long, de la frontière algéro-tunisienne à l'Est à la frontière algéro-marocaine à l'Ouest (Zeghdoudi, 2006) et possède une aire exploitable d'environ 2,2 millions d'hectares sur l'ensemble de la superficie sous juridiction nationale estimée à 9,5 millions d'hectares (Anonyme, 2001). Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et la région d'El Kala (wilaya d'El Tarf) à l'extrême Est. La façade maritime algérienne compte 37 ports parmi lesquels 6 mixtes (pêche et commerce) et 31 destinés uniquement à la pêche (Bedairia, 2011).



Figure 9: Carte représentant la côte algérienne (en jaune) (Google Maps, 2019).

Le littoral algérien, à l'instar de l'ensemble de la région méditerranéenne, est caractérisé par son climat typique ; chaud et sec en été, doux et relativement humide en hiver. Ces conditions sont dues à l'alternance de brise de mer fraîche et humide et de brise de terre chaude et sèche.

Les régions côtières sont caractérisées par un climat modéré, généralement, sur le littoral algérien la température minimale de l'air ne s'abaisse pas au dessus de 0°C et la maximale ne

dépasse pas 40°C. La moyenne annuelle de la température est de 20°C avec des moyennes mensuelles extrêmes de 28,5°C en mois d’Août et de 23°C en avril (**Rouane-Hacene, 2013**).

## **I.2. Description des aires de pêche**

Une activité économique a pu se développer dans le secteur de la pêche en Algérie, vu l’attention que lui accorde l’état algérien, avec la création du ministre de la pêche et des ressources halieutiques en 1999 et des programmes d’investissement dans le cadre du programme de la relance économique.

Pour pratiquer la pêche en Algérie, trois zones de pêche maritimes sont instaurées d’après l’Article 17 de la loi N° 01-11 du 03 juillet 2001 relative à la pêche et l’aquaculture qui fixe les alignements de référence à partir desquels sont délimitées les zones de pêche:

- \* la zone de pêche côtière (la pêche pratiquée dans les eaux intérieures).
- \* la zone pour la pêche au large (la pêche pratiquée à l’intérieur des eaux sous juridiction nationale).
- \* la zone pour la grande pêche (la pêche pratiquée au-delà de la zone de la pêche au large).

## **II. Méthodologie**

### **II.1. Échantillonnage**

L’échantillonnage s’est effectué entre le mois de mars et avril de l’année 2019 sur 60 individus de sar commun *Diplodus sargus sargus* ramenés depuis trois différents ports de pêche de la côte algérienne: Port de pêche de Tipaza (**Fig.10**), Port de pêche de Salamandre-Mostaganem (**Fig.11**) et Port de pêche d’Oran (**Fig.12**). Vingt individus ont été achetés dans chaque port de pêche. D’après les pêcheurs ces poissons sont pêchés dans les zones de pêche de chaque wilaya respective.



Figure 10: Port de pêche de Tipaza (Présent travail).

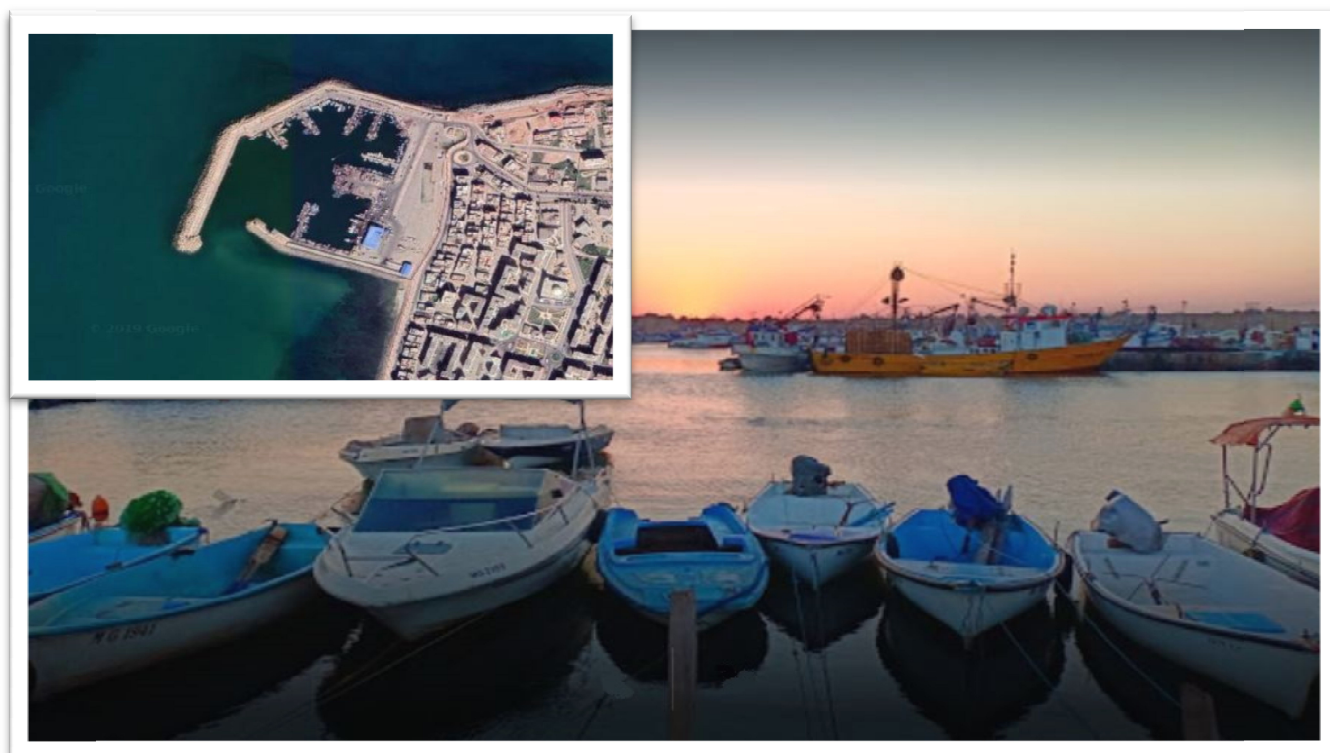
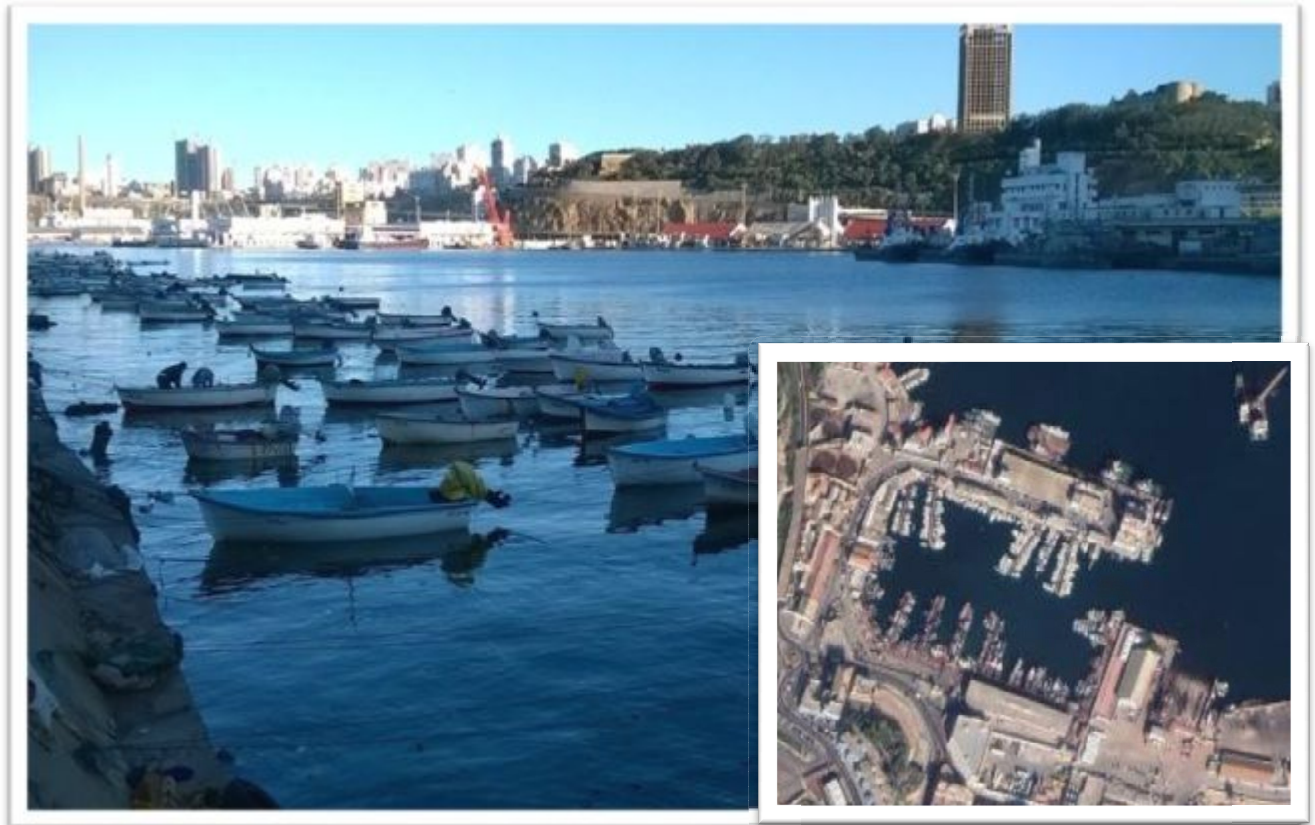


Figure 11: Port de pêche Salamandre-Mostaganem (Présent travail).



**Figure 12:** Port de pêche d'Oran (Présent travail).

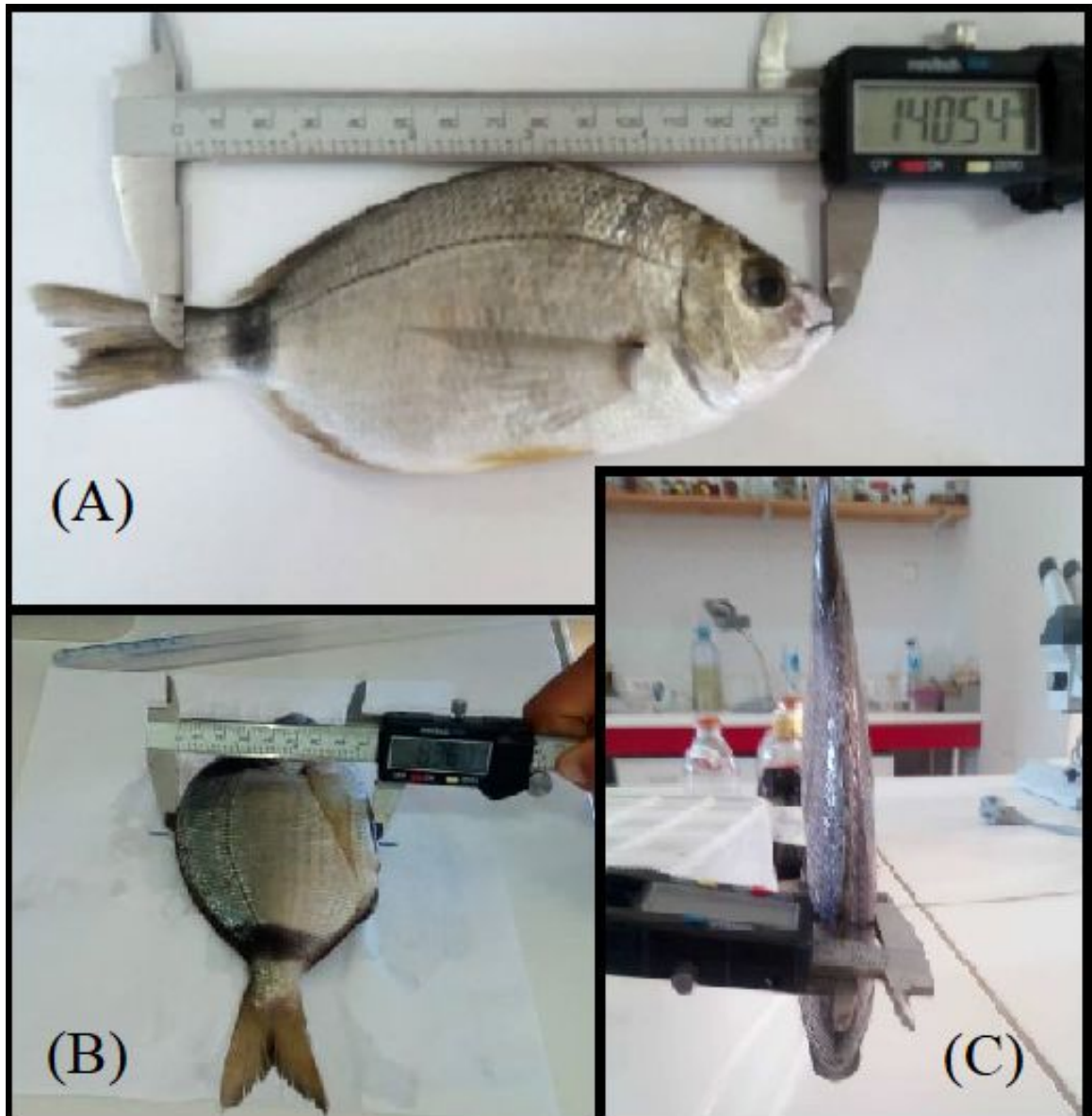
Les échantillons ont été conservés dans des glacières afin de les ramener au laboratoire pour les traiter et les identifier en utilisant une clé de détermination (**Bauchot, 1987**) (**Fig. 13**). Il est nécessaire de bien étiqueter les échantillons pour permettre d'identifier les échantillons avec certitude. Exemple: Pour le 5eme individu de sar commun "*Diplodus sargus sargus*" obtenu de la pêcherie de Mostaganem, on note « MG 5 ».



**Figure 13:** Quelques poissons de sar commun "*Diplodus sargus sargus*" identifiés et étiquetés (Présent travail).

## II.2. Mesures biométriques

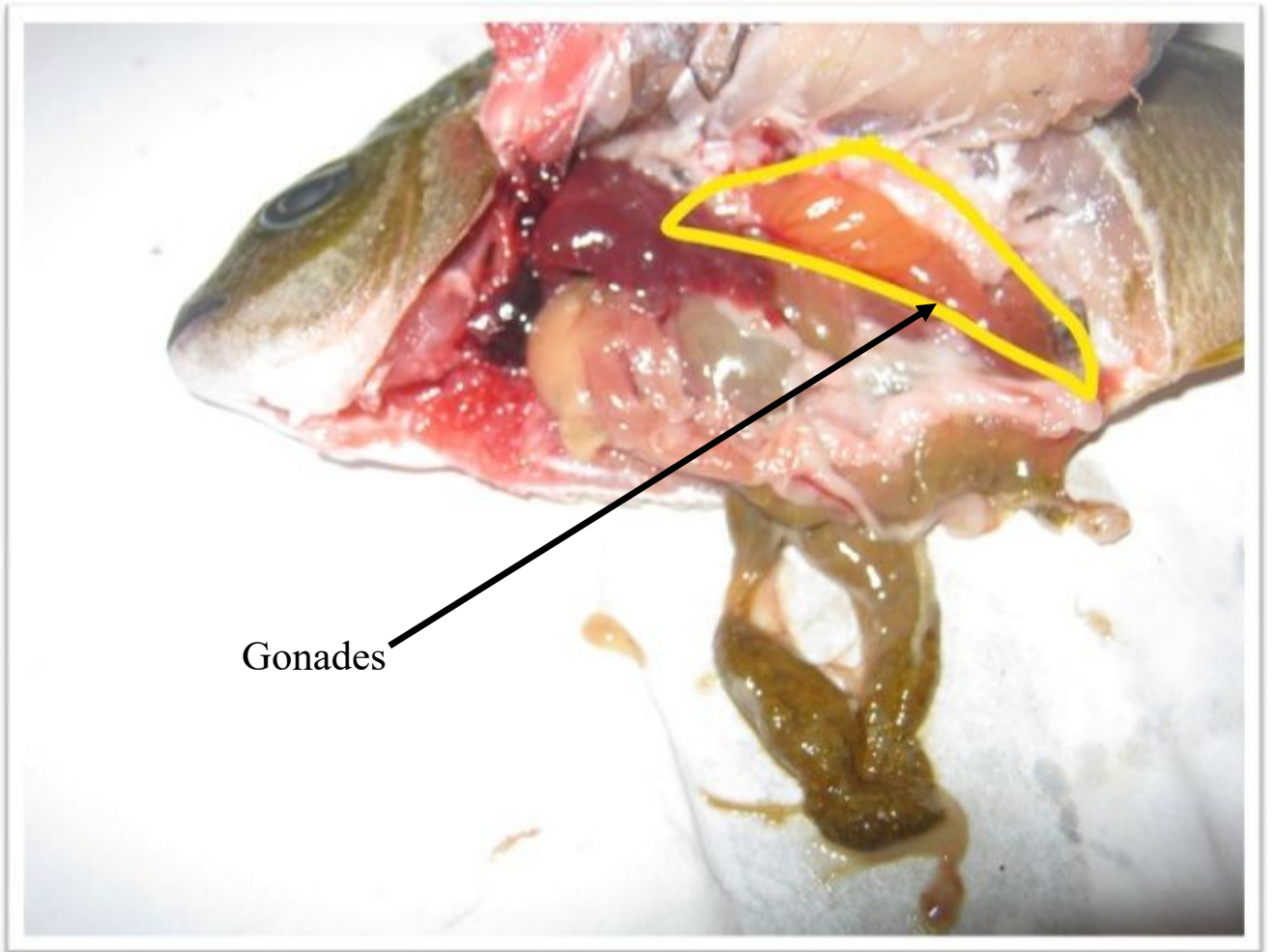
Après avoir identifié et étiqueté les individus échantillonnés la longueur standard (de la bouche à l'extrémité de la nageoire caudale) ( $L$ ), la hauteur ( $H$ ) et l'épaisseur ( $E$ ) ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse de précision  $\pm 0.1\text{mm}$  (Fig.14).



**Figure 14:** Différentes mesures réalisées sur *D. sargus sargus*. A, mesure de longueur standard ( $L$ ); B, mesure de la hauteur ( $H$ ) et C, mesure de l'épaisseur ( $E$ ).

D'autres paramètres ont été rajoutés tels que les ratios  $H/L$ ,  $E/L$  et  $E/H$  pour les analyses statistiques.

En suite, le sexe de chaque individu a été identifié après éviscération (Fig. 15).



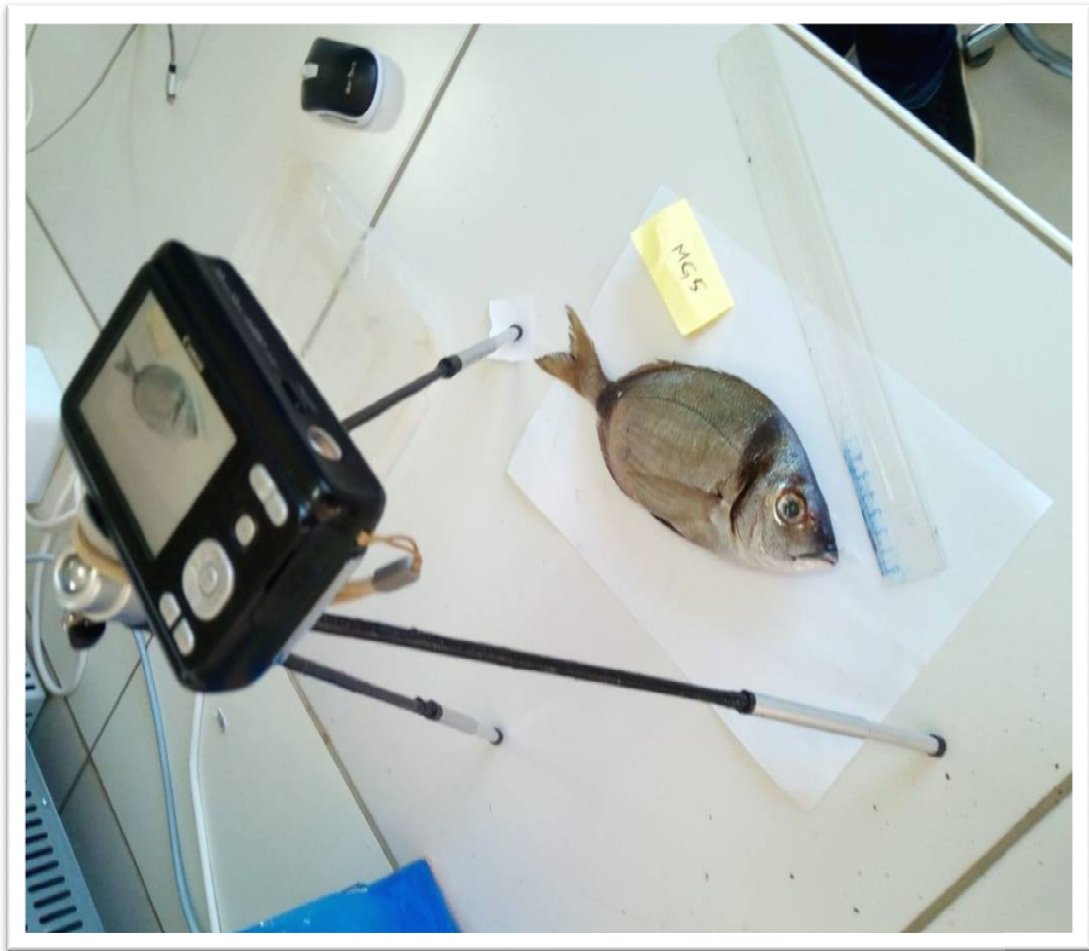
**Figure 15:** Identification du sexe de *Diplodus sargus sargus* après éviscération. Présence de gonades femelles (entourées par un contour jaune) (Présent travail).

### II.3. Traitement statistique biométrique

Cette partie est basée sur l'étude de l'effet du dimorphisme sexuel et de l'éloignement entre stations sur les paramètres  $H/L$ ,  $E/H$  et  $E/L$ . Pour se faire, l'homoscédasticité (Normalité des données et égalité des variances) doit être vérifiée par un test de normalité (le test de Shapiro-Wilk) et un test d'égalité des variances (le test de Levene).

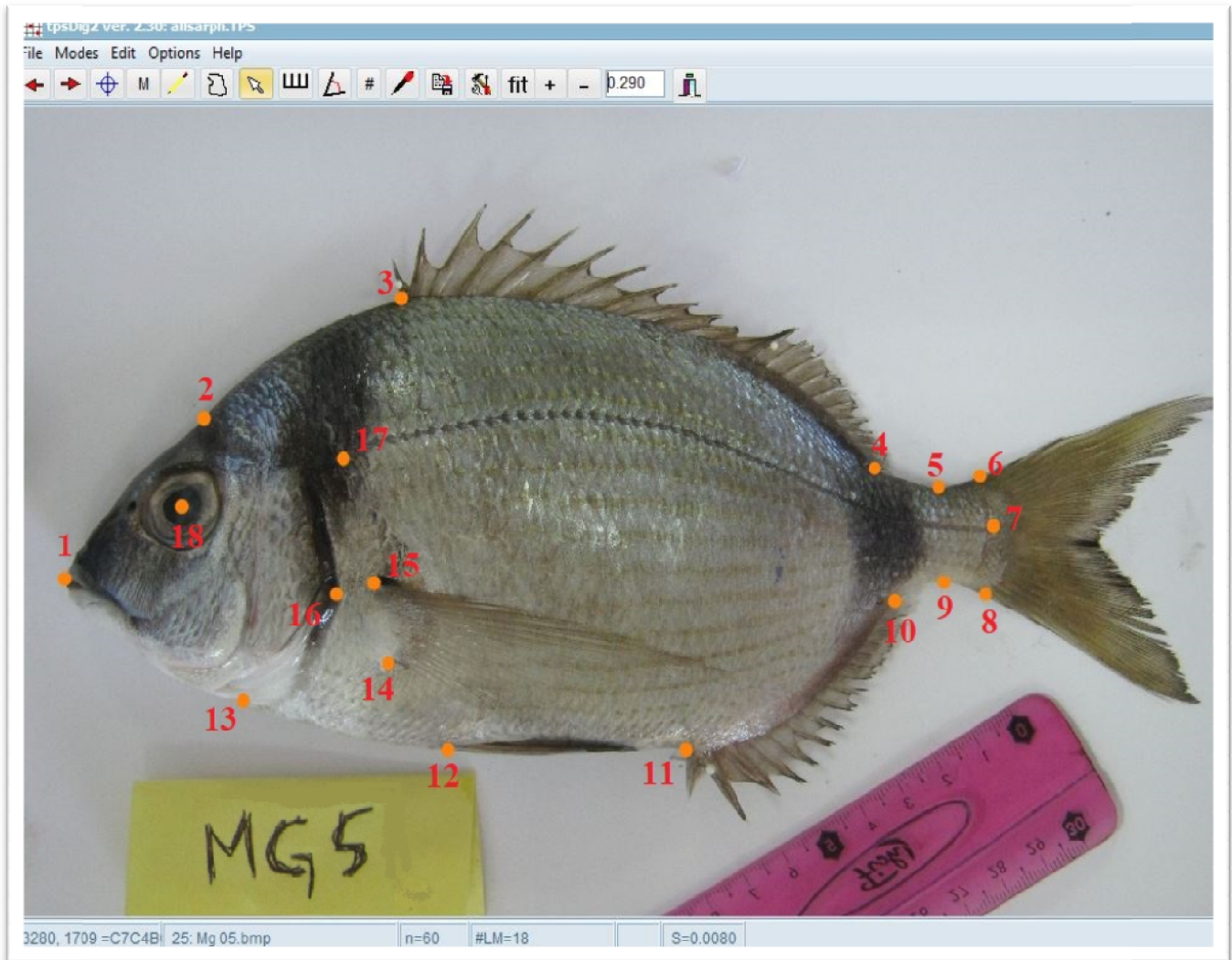
### II.4. Etude de la disparité par les points homologues

Pour cette étude, une photo de chaque individu de *D. sargus sargus* a été prise en vue de profil à l'aide d'un appareil photo (Canon Power Shot A480), réglé à 10 Mega pixels et posé sur un trépied (Fig. 16).



**Figure 16 :** Photographie d'un spécimen de *D. sargus sargus* en vue de profil à l'aide d'un appareil Canon Power Shot A480 et d'un trépied.

Les photos prises ont été sauvegardées sous format "Bitmap" afin de les traiter pour l'étude morpho-géométrique. A l'aide du logiciel TPS Dig2 (Rohlf, 2015), 18 points homologues ont été réalisés sur chaque individu (Fig. 17).



**Figure 17** : Différents points homologues réalisés sur *D. sargus sargus* pour l'étude morpho-géométrique.

Les conformations de chaque poisson réalisées par les points homologues seront comparés par le programme « IMP » (Rohlf, 1993).

Après avoir transformé les coordonnées de tous les points homologues en coordonnées procrustes (voir BOUZAZA, 2018), tous les individus ont été classés par rapport à la station d'échantillonnage leur correspondant. La variabilité des formes des poissons entre stations a été réalisée par une Analyse Canonique des Variances (ACV) à l'aide du programme IMP (Rohlf, 1993). Grâce au même programme, une MANOVA "Multiple ANalyse de Variances" a été réalisée afin vérifier quels sont les axes de l'ACV les plus discriminants par le calcul du Lambda de Wilk ( $\lambda$ -Wilk). Enfin, une classification à postériori a été réalisée dans le but de confirmer l'appartenance de chaque poisson à son groupe.

# *CHAPITRE 3*

---

RESULTATS ET DISCUSSION

## A. Résultats

### I. Taxonomie et identification de l'espèce étudiée

L'identification des espèces s'est faite sur la base des critères morphologiques cités précédemment (Chapitre 1). Le nombre total de l'échantillon est de 60 poissons (20 de chaque station) (Fig. 18).

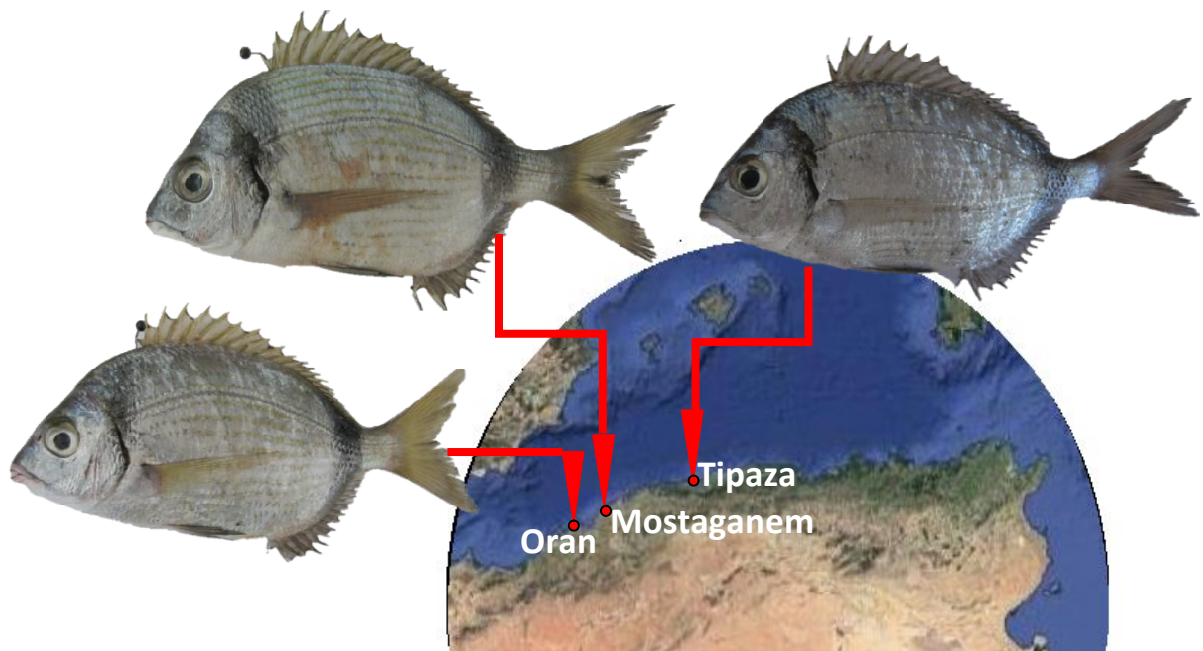


Figure 18 : Différents morphotype de *D. sargus sargus* échantillonnées des différentes pêcheries considérées.

## II. Etude morphométrique

### II.1. Etude du dimorphisme sexuel

La normalité a été rencontrée chez les deux groupes des mâles et des femelles de *D. sargus sargus* sur les variables  $H/L$ ,  $E/H$  et  $E/L$  en utilisant le test de "Shapiro-Wilk" ( $P > 0.05$ ). L'égalité des variances a été confirmée grâce au test de "Levene" ( $P > 0.05$ ).

Les résultats de test- $t$  ont montré qu'il n'y a aucun effet significatif de dimorphisme sexuel sur les variables  $H/L$ ,  $E/H$  et  $E/L$ . ( $P > 0,05$ ).

## II.2. Etude de l'effet stations

La normalité a été rencontrée au niveau des échantillons de *D. sargus sargus* de toutes les stations sur les variables  $H/L$ ,  $E/H$  et  $E/L$  grâce au test de "Shapiro-Wilk" ( $P > 0.05$ ).

L'égalité des variances a été confirmée grâce au test de "Levene" ( $P > 0.05$ ). Les résultats de l'ANOVA ont montré qu'il y a un effet stations significatif sur la variable  $H/L$  ( $P < 0.05$ ). Les moyennes du paramètre  $H/L$  sont 0.4568, 0.4473 et 0.4449 pour les individus de Tipaza, Mostaganem et Oran respectivement. Le test à posteriori de Tukey est montré sur le **tableau 1**.

**Tableau 1** : Résultat du test à posteriori de Tukey. Les valeurs mentionnées sont les P\_Values de chaque paire de comparaison.

	Tipaza	Mostaganem
Tipaza	-	
Mostaganem	<b>0.0401</b>	-
Oran	<b>0.007686</b>	0.8027

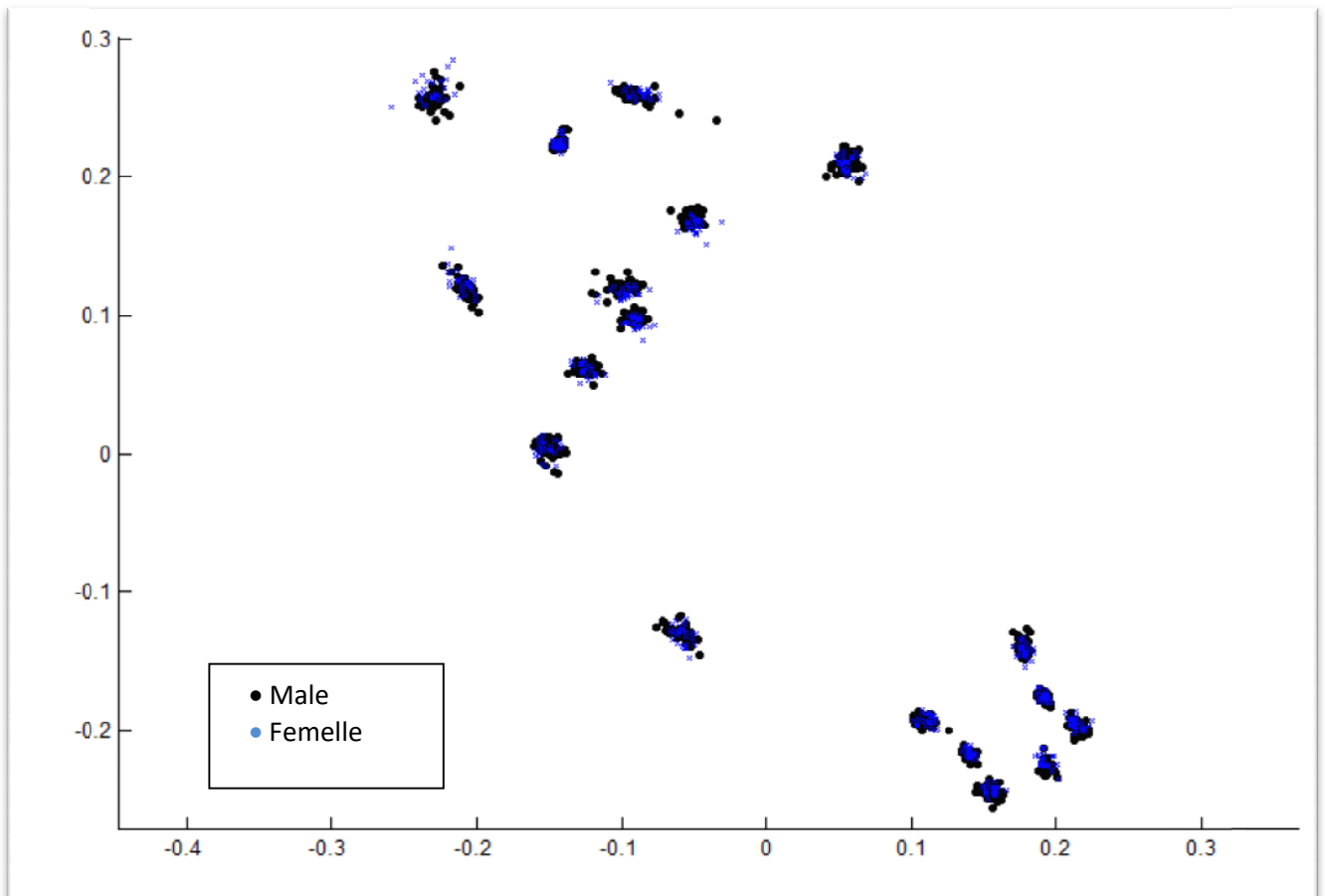
Les résultats de l'ANOVA ont montré qu'il n'y a aucun effet stations significatif sur les deux variables  $E/H$  et  $E/L$  ( $P > 0.05$ ).

## II.3. Etude de la disparité par les points homologues

### II.3.1. Dimorphisme sexuel

#### II.3.1.1. Effet du dimorphisme sexuel

La projection des points homologues de tous les individus de toutes les stations (Tipaza, Mostaganem et Oran) est montrée sur la **figure 19**.

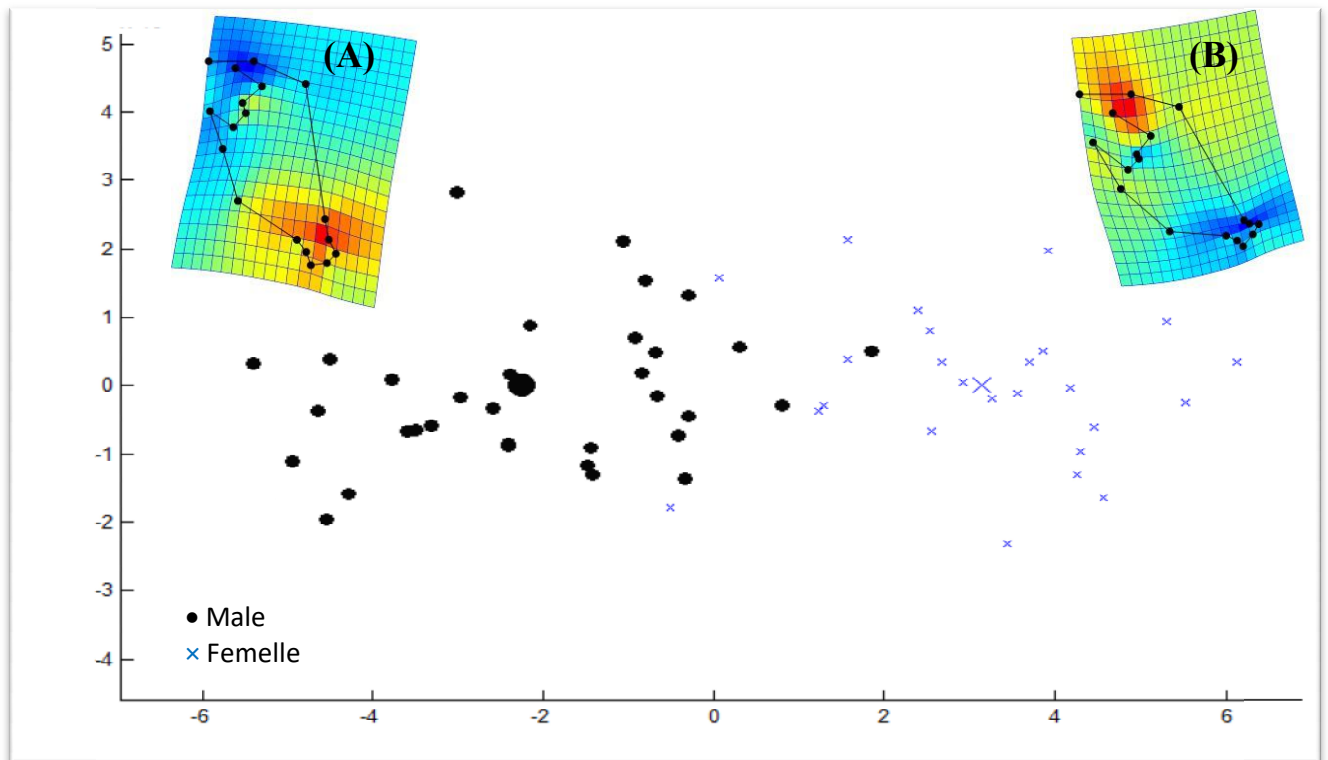


**Figure 19 :** Résultat de l'« ACV » par rapport aux sexes. Projection des points homologues des individus des sexes.

La position des points homologues des individus et l'« ACV » montre que les individus des trois stations d'études sont représentés dans deux groupes (**Fig. 20**) et séparés sur un axe représentant 100% de l'information (**Tab. 2**). Cet axe décrit la divergence entre les deux sexes de tous les individus de cette étude.

**Tableau 2 :** Résultat de la MANOVA par le Lambda de Wilk :

	<b>Axe 1</b>
<b>Lambda</b>	0.3083
<b>Chi2</b>	49.4146
<b>DDL</b>	32
<b>P_Value</b>	0.0253635



**Figure 20** : Résultat de distribution du nuage de point de l'«ACV» par rapport aux sexes, et déformation des conformations des individus de *D. sargus sargus* analysés tout au long de axe1 : A, Malle; B Femelle de l' « ACV » réalisée par PAST version 2.17c (Hammer et al., 2001).

La **figure 20** montre que le nuage de point est divisé en deux groupes sur l'axe 1, le groupe de droite représente les femelles et le groupe de gauche représente les males. La déformation montre que par rapport aux males, les femelles ont une forme de base caudale plus rétrécie, la distance entre l'œil (représentée par le point homologue N° 18, voir Chapitre 2) et la concavité du front (représentée par le point homologue N°2, voir Chapitre 2) est plus détendue et une tête plus allongée. Cependant, les males semblent moins fusiformes et plus large dans le sens de la hauteur. Par ailleurs, la concavité du front est située au dessus de l'œil chez les femelles et situé en arrière de l'œil chez les males (**Fig. 20**).

### II.3.1.2. Classification à postériori des sexes

La classification à postériori des sexes est mentionnée dans le **tableau 3**

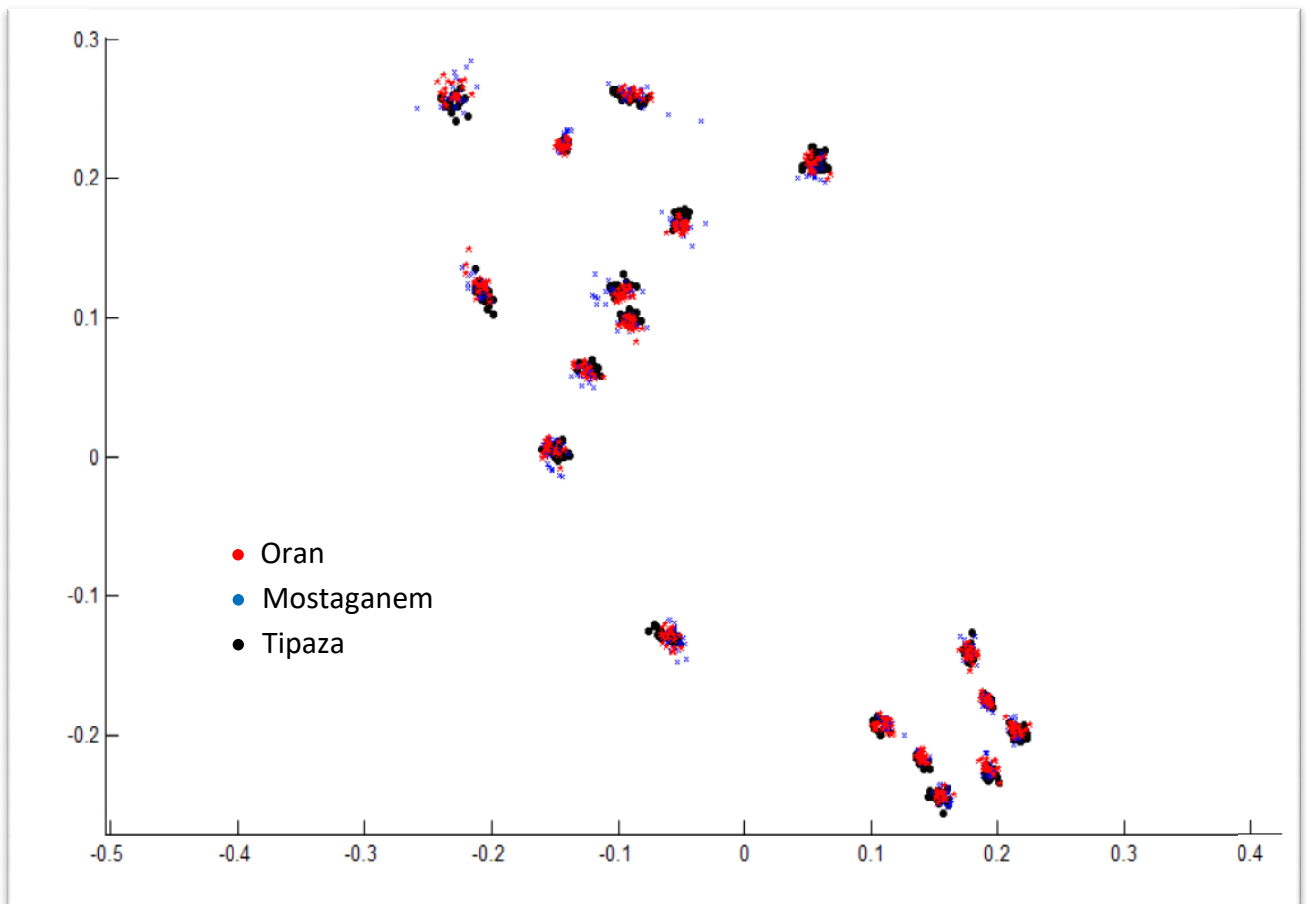
	Male	Femelle
Male	33	2
Femelle	2	23

Le **tableau 3** montre que la plus part des individus de *D. sargus sargus* sont bien classés sauf deux males sont classés avec les femelles et deux femelles classées avec les males.

### II.3.2. Dissimilarité entre les stations

#### II.3.2.1. Effet « stations »

La projection des points homologues procrustes des individus de toutes les stations (Tipaza, Mostaganem et Oran) est montrée sur la **figure 21**.



**Figure 21** : Projection des points homologues des individus des différentes stations.

L'ACV montre que les individus de *D. sargus sargus* des trois stations d'études sont représentés dans trois groupes bien distincts (**Fig.22**) sur les deux axes les plus discriminants (**Tab.4**)

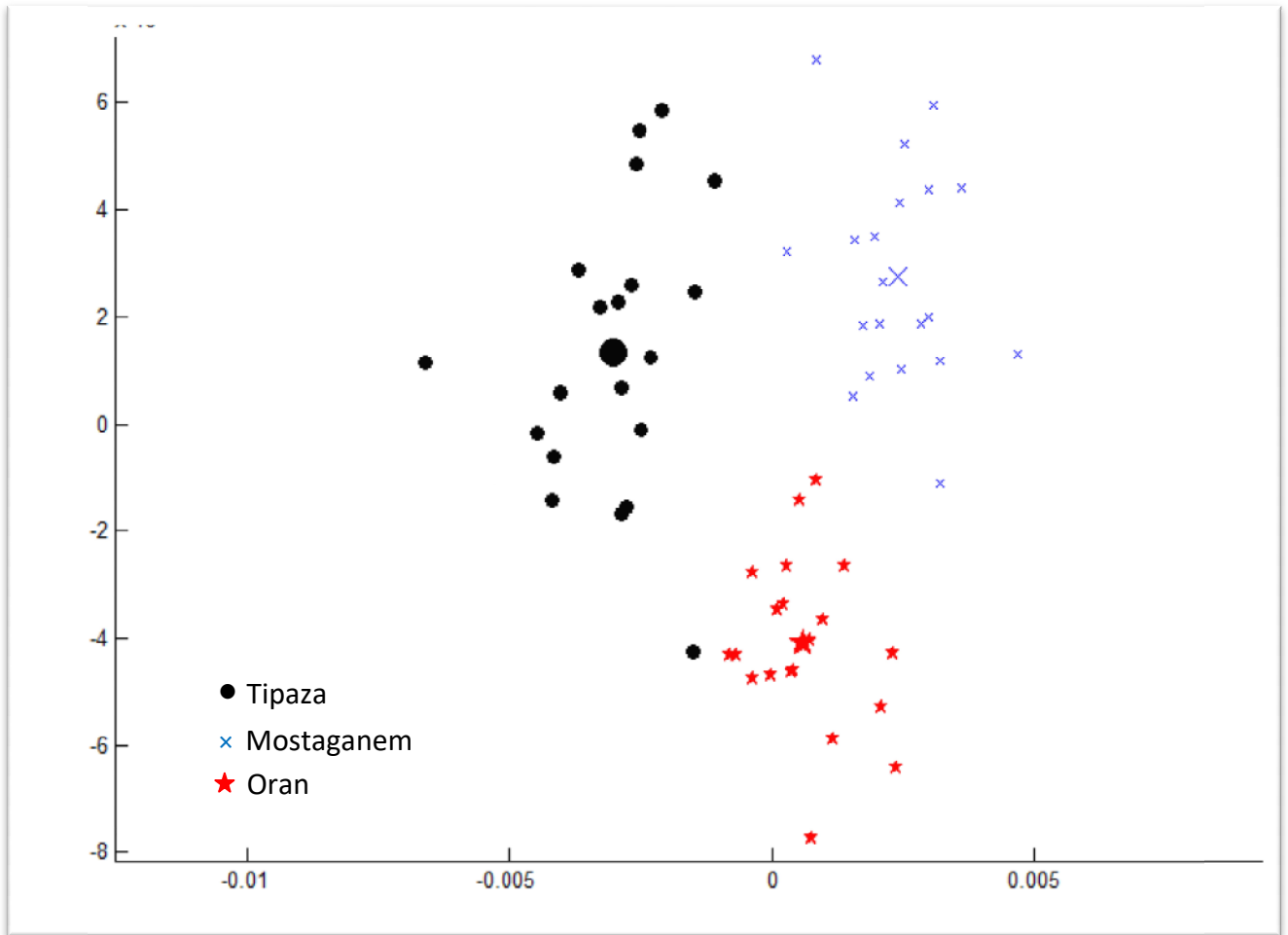
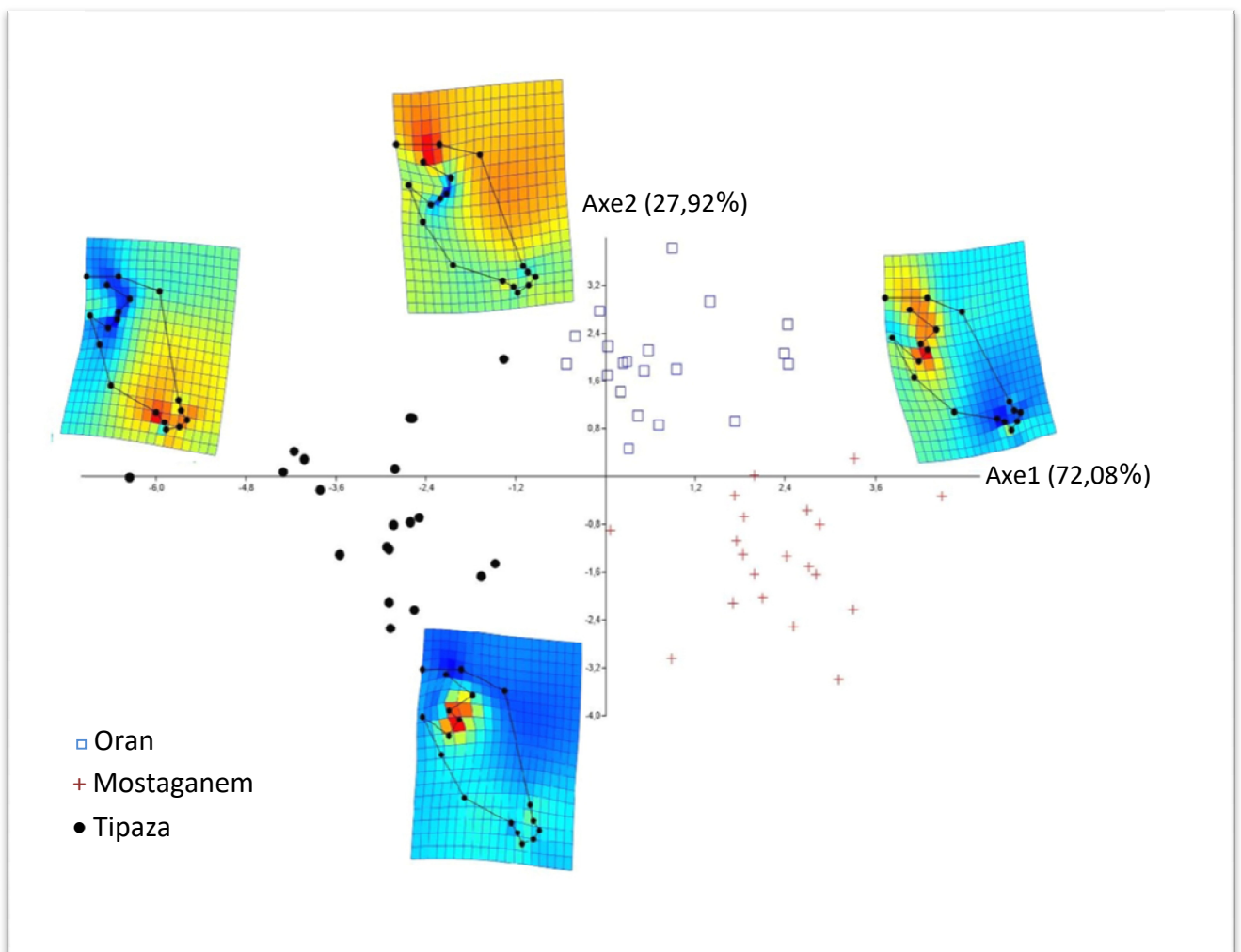


Figure 22 : Nuage de point de l'Analyse Canonique des Variances (ACV) par rapport aux stations d'étude.

Tableau 4 : Résultat de la MANOVA pour l'effet « stations » avec une approximation de Chi2 :

	Axe 1	Axe 2
<b>Lambda</b>	0.0568	0.3279
<b>Chi2</b>	119.0285	46.2753
<b>DDL</b>	64	31
<b>P_Value</b>	3.6031e-005	0.0382172

La déformation des conformations des individus de *D. sargus sargus* sur les deux axes (axe 1 et axe 2) de l'« ACV » est représentée sur la **figure 23**.



**Figure 23** : Déformation des conformations des individus de *D. sargus sargus* sur les deux axes (axe1 et axe2) de l'« ACV » réalisée par PAST version 2.17c (Hammer et al., 2001).

La **figure 23** montre que le nuage de point de l'ACV est divisé en trois groupes assez bien séparés représentant les différentes zones de prélèvement (Tipaza, Mostaganem et Oran).

L'axe 1 (représentant 72,08 % de l'information projetée) divise le nuage de point de l'ACV en deux parties bien distinctes, celle de du centre (représentée par Tipaza) et celle de l'ouest (représentée par Mostaganem et Oran) (**Fig. 23**). La déformation des points homologues sur l'axe 1 montre que les poissons de la zone centre sont plus large dans le sens de la hauteur que ceux de l'ouest. Les points (représentée par les points homologue N° 2 et N° 18 voir Chapitre 2) des poissons du centre sont plus comprimés que ceux des poissons de l'ouest. Aussi les poissons de Tipaza sont plus larges ( $H/L$  élevé) que ceux de l'ouest. De plus, les poissons de l'ouest semblent plus fusiformes que ceux du centre (**Fig. 23**).

L'axe 2 (représentant 27,92 % de l'information projetée) symbolise plus la différence entre le groupe de Mostaganem et celui d'Oran. La déformation des points homologues sur l'axe 2 montre que les poissons de Mostaganem possèdent une base caudale plus contractée que celle des poissons d'Oran. Les poissons de Mostaganem divergent de ceux d'Oran surtout au niveau du milieu de la partie centrale (représentée par les 4 points homologues N° 14, N° 15, N° 16 et N° 17, voir Chapitre 2) qui sont plus contractés et alignés chez les poissons d'Oran mais plus détendus et non-alignés (dispersé) chez les poissons de Mostaganem leur donnant un aspect bombée (**Fig. 23**). La distance entre l'œil (représentée par le point homologue N° 18, voir Chapitre 2) et la concavité du front (représentée par le point homologue N°2, voir Chapitre 2) est plus détendue chez les individus d'Oran que ceux de Mostaganem. Par ailleurs, le point N°2 est situé plus en arrière de l'œil chez les individus de Mostaganem mais situé au dessus de l'œil chez les individus d'Oran (**Fig. 23**).

### II .3.2.2. Classification à postériori des stations

La classification à postériori des stations est mentionnée dans le **tableau 5**.

	Tipaza	Mostaganem	Oran
Tipaza	19	0	1
Mostaganem	0	20	0
Oran	0	0	20

Le **tableau 5** montre que la plus part des individus de *D. sargus sargus* sont bien classés sauf pour un seul individu de Tipaza classé avec le groupe d'Oran.

## B. Discussion

La présente étude a montré des nouvelles perspectives taxinomiques de l'espèce *D. sargus sargus*. L'ACV des points homologues nous a montré la présence d'un dimorphisme sexuel chez les espèces de *D. sargus sargus* (**Fig. 20 ; Tab. 2**). Les individus femelles semblaient avoir un aspect plus fusiforme que celui des males avec une concavité de front située au dessus de l'œil (**Fig. 20**). De plus, les femelles ont une forme de base caudale plus contractée que celle des males. Ceci pourrait être expliqué par le fait que l'échantillonnage de cette étude s'est déroulé pendant la période de reproduction (voir chapitre 1 et 2) où les femelles ont des abdomens remplis d'œufs, ce qui pourrait créer cette contraction au niveau de la base caudale (**Fig. 20**).

Le **tableau 3** montre que la plus part des individus de *D. sargus sargus* sont bien classés sauf deux males sont classés avec les femelles et deux femelles classées avec les males.

Par rapport à la classification à postériori des sexes, les quatre individus mal classés (**Tab. 3**) (males classés avec les femelles et femelles classées avec les males) pourrait être des poissons en plein changement sexuelle, sachant que *D. sargus sargus* est un poisson hermaphrodite asynchrone protandrique (il est male puis devient femelle) (**Whitehead et al., 1986**).

L'étude de l'effet « stations » sur la variable *H/L* a montré qu'il y a un effet stations significatif ( $P < 0.05$ ) (**Tab. 1**). Ajouté à cela, l'étude morpho-géométrique basée sur l'ACV des points homologues des individus *D. sargus sargus* a montré que réellement il y avait une différence entre les poissons de chaque station (**Fig. 22 ; Tab. 4**), avec des déformations des conformations des individus (**Fig. 23**). De plus, il y a une dissimilarité morphométrique entre chaque groupe d'individus avec des déformations spécifiques à chaque station représentées sur l'ACV (**Fig. 23**). Les poissons de la zone de Tipaza sont plus larges que les individus des deux autres stations avec une base caudale plus large. Les poissons de Mostaganem sont plus bombés au niveau de la partie branchiale et de la nageoire pectorale avec un aspect plus fusiforme. Enfin, les poissons de la zone d'Oran sont plus contractés au niveau des branchies et de la nageoire pectorale.

La différence morphométrique des poissons des trois stations pourrait être due à une spéciation allopatrique où les individus de Tipaza sont très différents de ceux de l'ouest (**Fig. 22 ; 23**). L'isolement géographique pourrait créer un isolement génétique pouvant donner naissance à des nouveaux morphotypes. Le fait que *D. sargus sargus* est un poisson démersal, la différence entre les reliefs de chaque zone de pêche pourrait créer une pression environnementale influençant sa morphologie. En effet, **Mangit et al. (2018)** dans leur étude sur le poisson invasif

(*Lepomis gibbosus*) avaient mentionné différentes morphologies très marquées de ce poisson associé à plusieurs zones aux différentes conditions environnementales des côtes Turques. Ces mêmes auteurs avaient estimé que ceci est dû à la capacité d'adaptation de ce poisson invasive adoptant une forme spécifique à chaque habitat.

Sachant que l'espèce *Diplodus sargus* possède sept sous-espèces différentes dont *D. sargus sargus*, la présence d'un rang taxinomique plus bas que la « sous-espèce » pourrait être le fruit de la différence morphométrique entre les individus des trois stations Tipaza, Mostaganem et Oran.

# ***CONCLUSION***

---

L'objectif principal de notre étude était d'essayer de trouver s'il y avait une dissimilarité morphométrique chez quelques populations de l'espèce de sar commun *Diplodus sargus sargus* au niveau de différents ports de pêche de la côte algérienne en utilisant une méthode morpho-géométrique basée sur les points homologues afin d'expliquer les causes de leur divergence.

Notre travail s'est basé sur trois populations de l'espèce de *D. sargus sargus* échantillonnées au niveau de trois ports de pêche de la côte algérienne : Port de pêche de Tipaza, Port de pêche de Salamandre-Mostaganem et Port de pêche d'Oran. Chaque port représente une zone de pêche spécifique de la côte algérienne.

L'étude morphométrique basée sur l'étude des points homologues a montré des aspects de la morphologie de *D. sargus sargus* que la taxinomie classique n'a pu montrer. En effet, une dissimilarité morphométrique a été rencontrée entre les populations des zones de pêche choisies : Tipaza, Mostaganem et Oran. Chaque population possédant un morphotype spécifique. Cette dissimilarité morphométrique pourrait être causée par l'isolement géographique de ces trois zones par effet de spéciation allopatrique induisant un isolement génétique des populations de *D. sargus sargus*.

Par ailleurs, le fait que *D. sargus sargus* est un poisson démersal, la différence entre les reliefs et habitats de chaque station pourrait créer une pression environnementale influençant sa morphologie.

Ajouter à cela, il existe un dimorphisme sexuel que la taxinomie classique n'a pu le montrer.

Enfin l'usage des paramètres morphométriques semble très prometteur à l'avenir et pourrait donner des informations cruciales quant aux relations dimorphisme sexuel et les relations de parenté entre les différentes espèces/populations de poissons. Cependant, il serait très recommandé de faire une étude phylogénétique pour appuyer les résultats de l'analyse morpho-géométrique en augmentant le nombre d'individus échantillonnés et le nombre de stations d'étude.

***REFERENCES***

***BIBLIOGRAPHIQUES***

---

## A

- Abecasis, D., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Gonçalves, J.M.S., Ribeiro, J. et Erzini, K., (2008).** Ageing seabream: A comparative study between scales and otoliths. *Fish. Res.*, 89(1): 37-48.
- Abou-Seedo, F., Wright, J-M., et Clayton, D. A., (1990).** Aspect of the biology of *Diplodus sargus kotschy* (Sparidae) from Kuwait bay. *Cybium*, 14: 217-223.
- Adams, D. C., Rohlf, F. J. et Slice, D. E. (2013b).** A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix*, 24(1): 7-14.
- Alberola, C., Millot, C., et Font, J. (1995).** On the Seasonal and Mesoscale Variabilities of the Northern Current during the PRIMO-O Experiment in the Western Mediterranean-Sea. *Oceanologica Acta*, 18(2): 163–192.
- Anonyme. (2001).** Le secteur de la pêche et de l'aquaculture en Algérie : capacités et perspectives .MPRH, 2001. 21p.
- Aury, J. M., Jaillon, O., Duret, L., Noel, B., Jubin, C., Porcel, B. M., et Arnaiz, O. (2006).** *Global trends of whole-genome duplications revealed by the ciliate Paramecium tetraurelia.* *Nature*, 444(7116) : 171.
- Ayata, S. D. (2010).** Importance relative des facteurs hydroclimatiques et des traits d'histoire de vie sur la dispersion larvaire et la connectivité à différentes échelles spatiales (Manche, Golfe Gascogne). *Ecologie, Environnement.* Thèse de doctorat 3e cycle, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, France. 390 p.

## B

- Bakadja, I. B. (2015),** *biologie et dynamique de la population de la crevette rose parapenaeus longirostris (Lucas, 1846) pêchée au niveau de la côte Oranaise ;* thèse de Doctorat en science de l'environnement et gestion des ressources halieutique, université d'Oran. P24.
- Bauchot, M. L. & Bianchi, G., (1984).** *Diplodus cervinus omanensis*, nouvelle sousespèce de *Diplodus cervinus* (LOWE, 1841), capturée en mer d'Arabie (Pisces, Perciformes, Sparidae). *Cybium*. 103-105.

- Bauchot, M. L. & Daget, J., (1974).** Les *Diplodus* (Pisces, Sparidae) du groupe *cervinus fasciatus*. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol IX, n° 3: 319-338.
- Bauchot, M. L. & Hureau, J.C., (1986).** Sparidae. p 883-907. In P.J.P.Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen et E. Tortonese (eds.) *Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. II. UNESCO, Paris.
- Bauchot, M. L., (1987).** Poissons osseux. P 891- 1421. *In*: W. Fischer, M.-L. Bauchot and M. Schneider (eds.) *Fishes FAO d'identification pour les besoins de la pêche (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37*. Vol. II. Commission des communautés Européennes et FAO, Rome.
- Bedairia A., (2011).** Biologie et exploitation de la sardine *S. pilchardus*, (walbaum, 1972) dans le littoral Est- Algérien. Thèse de doctorat, Université BADJI MOKHTAR-ANNABA .33 p.
- Beltrano, A. M., Kallianiotis, A., Caninizzaro, L., Scalisi, M., Vitale, S., Bono, S., Vidoris, P, et Milazzo, A., (2004).** Morphological variability among populations of *Diplodus vulgaris* (Spices, Sparidae) in the Mediterranean sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 37: 311p.
- Bethoux, J., Gentili, B., Morin, P., Nicolas, E., Pierre, C., et Ruiz-Pino, D., (1999).** The Mediterranean Sea : a miniature ocean for climatic and environmental studies and a key for the climatic functioning of the North Atlantic. *Progress in Oceanography*, 44(1-3):131–146. International Conference on Progress in Oceanography of the Mediterranean Sea, ROME, ITALY, NOV 17-19, 1997.
- Bonnet, M., (1969).** Les Sparidae des côtes nord-ouest africaines. *Rev. Trav. Inst. (Scient. techn.) Pêches. Marit.* 33 (1), pp97-116.
- Bouzaza, Z., (2018).** Etude systématique, phylogénétique, phylogéographique et démographique de *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791), *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) et *Cymbula safiana* (Lamarck, 1819) de la frange côtière algérienne. Thèse de doctorant 3eme cycle. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. P 223..
- Bookstein F.L., (1991).** Morphometric tools for landmark data. *Geometry and biology*. Cambridge Press. 435p.
- Bookstein, F. L., (1997).** Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Medical Image Analysis*, 1(3), 225-243.
- Bryden, H., Candela, J., et Kinder, T., (1994).** Exchange through the strait of Gibraltar. *Progress in Oceanography*, 33(3): 201–248.

**Bush, G. L., (1975).** Modes of animal speciation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 6(1), 339-364.

## C

**Cadenat, J., (1964).** Les «Sars» des genres *Puntazzo* et *Diplodus* des eaux tropicales ouest-africaines. *Bull. Inst. fr. Afr. Noire*, Dakar, 26 (3), 944-970.

Carlos A. García-Alzate, César Román-Valencia et Melissa I. González, (2010). Morphogeometry of fishes in the genus *Hyphessobrycon* (Characiformes: Characidae), heterorhabdus group, from Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 58 (3): 801-811.

**Carvalho, A. P., Araújo, L. et Santos, M. M., (2006).** Rearing zebrafish (*Danio rerio*) larvae without live food: evaluation of a commercial, a practical and a purified starter diet on larval performance. *Aquaculture Research*, 37: 1107-1111.

**Chaoui, L., Kara, M. H., Faure, E. et Quignard, J. P., (2006).** Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Sci. Mar.*, 70: 545-552.

**Cowen RK., Lwiza KMM., Sponaugle S, Paris CB. et Olson DB., (2000)** Connectivity of marine populations: open or closed? *Science* 287 : 857-859

**Criado-Aldeanueva, F., Javier Soto-Navarro, F., et Garcia-Lafuente, J., (2012).** Seasonal and interannual variability of surface heat and freshwater fluxes in the Mediterranean Sea: budgets and exchange through the Strait of Gibraltar. *International Journal of Climatology*, 32(2): 286– 302.

**Cucchi T., Baylac M., Evin A., Bignon-Lau O. et Vigne J-D., (2015).** Morphométrie géométrique et archéozoologie : Concepts, méthodes et applications. *Sciences Archéologiques. Archives Contemporaines (eds):* 197-216.

## D

**Dajoz, R., (2012).** L'évolution biologique au XXIe siècle: les faits, les théories. Eds Lavoisier. 326p.

**De La Paz R. M., (1975).** Systématique et phylogenèse des Sparidae du genre *Diplodus* Raf. (Pisces, Teleostei). *Trav. Doc. ORSTOM*, 45: 1-96.

**Derbal, F. & Kara, M. H., (2001).** Inventaire des poissons des côtes de l'Est algérien. *Rapp.Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 258.

**Derbal, F., (2007).**, L'ichtyofaune des côtes de l'Est algérien: écologie de quatre téléostéens (*Diplodus cervinus cervinus*, *D. puntazzo*, *Sciaena umbra*, *Epinephelus costae*) et contribution à la biologie du sar tambour *Diplodus cervinus cervinus* (LOWE, 1838). Thèse de Doctorat d'Etat en sciences naturelles, spécialité: Biologie et Ecologie des Populations, Université Badji-Mokhtar, Algérie. 210 p.

**Dieuzeide, R., Novella, M. et Roland, J., (1953).** Catalogue des poissons des côtes algériennes. Squales, Raies, Chimères. Imbert. Ed. Alger. I: 274 p.

**Divanach, P., Kentouri, M. et Paris, P., (1982).** Etapes du développement embryonnaire et larvaire du sar *Diplodus sargus* L., en élevage. *Aquaculture*, 27:339- 353.

**Djabali, F., Brahmi, B. et Mamass, M. (1993).** Poissons des côtes algériennes. *Pelagos*, numéro spécial, 215p.

**Bekada, D., (2014),** la pêche et ses statistiques : cas des ports des Beni-Saf, Bouzedjar, Oran, Arzew, et Mostaganem ; thèse de magister en science de l'environnement marin, université d'Oran. P5.

**Doherty PJ., Dufour V., Galzin R., Hixon MA., Meekan M. G. et Planes 5 (2004).** High mortality during settlement is a population bottleneck for a tropical surgeonfish. *Ecology*, 85, 2422-2428.

**Doherty PJ., Williams DMc. (1988)** The replenishment of coral reef fish populations. *Ann Rev Oceanogr Mar Biol* 26: 487-551

**Durrieu de Madron, X., Guieu, C., Sempere, R., Conan, P., Cossa, D., D'Ortenzio, F., Estournel, C., Gazeau, F., Rabouille, C., Stemmann, L., Bonnet, S., Diaz, F., Koubbi, P., Radakovitch, O., Babin, M., Baklouti, M., Bancon-Montigny, C., Belviso, S., Bensoussan, N., Bonsang, B., Bouloubassi, I., Brunet, C., Cadiou, J.-F., Carlotti, F., Chami, M., Charmasson, S., Charriere, B., Dachs, J., Doxaran, D., Dutay, J.-C., Elbaz-Poulichet, F., Eleaume, M., Eyrolles, F., Fernandez, C., Fowler, S., Francour, P., Gaertner, J. C., Galzin, R., Gasparini, S., Ghiglione, J.-F., Gonzalez, J.-L., Goyet, C., Guidi, L., Guizien, K., Heimbuerger, L.-E., Jacquet, S. H. M., Jeffrey, W. H., Joux, F., Le Hir, P., Leblanc, K., Lefevre, D., Lejeusne, C., Leme, R., Loyer-Pilot, M.-D., Mallet, M., Mejanelle, L., Melin, F., Mellon, C., Merigot, B., Merle, P.-L., Migon, C., Miller, W. L., Mortier, L., Mostajir, B., Mousseau, L., Moutin, T., Para, J., Perez, T., Petrenko, A., Poggiale, J.-C., Prieur, L., Pujo-Pay, M., Pulido-Villena,**

Raimbault, P., Rees, A. P., Ridame, C., Rontani, J.-F., Pino, D. R., Sicre, M. A., Taillandier, V., Tamburini, C., Tanaka, T., Taupier-Letage, I., Tedetti, M., Testor, P., Thebault, H., Thouvenin, B., Touratier, F., Tronczynski, J., Ulses, C., Van Wambeke, F., Vantrepotte, V., Vaz, S., Verney, R., et Grp, M., (2011). Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean. *Progress in Oceanography*, 91(2) :97–166.

## E

Eckman, J., (1996). *Closing the larval loop: linking larval ecology to the population dynamics of marine benthic invertebrates*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 200: 207–237.

El Maghraby, A.M., Botros, G.A., Hashem, M.T., et Wasse. E.A., (1981a). Hermaphroditism in three sparid fish, *Diplodus sargus* L., *Diplodus vulgaris*, Geoffr., and *Oblada melanura* L. from the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanog. Fish. ARE*, 7: 378-385.

El Maghraby, A.M., Botros, G.A., Hashem, M.T. et Wassef, E.A., (1981b). Age determination and growth studies of two sparid fish *Diplodus sargus*, L. and *Diplodus vulgaris*, Geoff. in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. ARE*, 7: 386-394.

Erzini, K., Gonçalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J. et Stergiou, K. I., (2003). Quantifying the role of competing static gears: comparative selectivity of longlines and monofilament gill nets in a multi-species fishery of the Algrave (Southern Portugal). *Sci. Mar.* 67(3) : 341-352.

Erzini, K., Gonçalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J. et Zeghdoud, E., (2006), modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes : application aux petits pélagiques de la baie de Bou Ismail–Algérie, Barcelone. p10.

## F

FAO-MPRH., (2003), structure et caractéristique de l'industrie algérienne. P2

Ferrandino, I. & Grimaldi, M. C., (2008). Ultrastructural study of the pituicytes in the pituitary gland of the teleost *Diplodus sargus*. *Brain. Res. Bull.*, 75(1): 133 -137.

Figueiredo, M., Morato, T., Barreiros, J. P., Afonso, P. et Santos, R. S., (2005). Feeding ecology of the white seabream, *Diplodus sargus*, and the ballan wrasse, *Labrus bergylta*, in the Azores, *Fish. Res.*, 75: 107-119.

**Fischer, W., schneider, M. et Bauchot, M. L., (1987).** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37, Vol. 1 et 2, 762 p et 660 p.

## G

**Gadoud, R & Surdeau, P., (1975)**Génétique et sélection animale .J.B.Baillieres (eds).Paris.55 p.

**Garcia-rubies A. & Macpherson, E., (1995).** Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Mar. Biol.*, 124: 35-42.

**Gonçalves, J. M. S. et Erzini, K., (2000).** The reproductive biology of the twobanded sea bream (*Diplodus vulgaris*) from the southwest coast of Portugal. *J. Appl. Ichth.*, 16(3): 110-117.

**Gordoa, A. & Moli, B., (1997).** Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean sea. *Fish. Res.* 33, 123-129.

**Guidetti,P. & Dulcic, J., (2007)** Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Mar. Env. Res.*, 63: 168-184.

**Gunz, P., & Mitteroecker, P., (2013).** Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), 103-109.

## H

**Hammer O., Harper D. A. T. et Ryan P. D., (2001).** PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.

**Harmelin-vivien M., Harmelin J.G. & Lebouleux, V., (1995).** Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300/301: 309-320.

**Harry, M., (2012).** Cas d'espèces et espèce de cas : espèce et spéciation. *Atala*, 15: 51-71.

**Heemstra, P. C. & Heemstra, E., (2004).** Coastal Fishes of Southern Africa. National Inquiry Service Centre (NISC) and South African Institute for Aquatic Biodiversity (SAIAB), Grhamstown, i-xxiv, 1-488.

## I

**Irisson JO., Guigand C. et Paris CB., (2009).** Detection and quantification of marine larvae orientation in the pelagic environment. *Limnol. Oceanogr.: Methods* 7, 2009, 664-672

## J

**Juza, M., Renault, L., Ruiz, S., et Tintore, J., (2013).** Origin and pathways of Winter Intermediate Water in the Northwestern Mediterranean Sea using observations and numerical simulation. *Journal Of Geophysical Research - Oceans*, 118(12) :6621–6633.

## K

**Kawakami T., Butlin R.K., Adams M., Paull D.J. et Cooper S., (2009).** *Reexamination of a proposed case of stasipatric speciation: phylogeography of the Australian morabine grasshoppers (Vandiemenella viatica species group).* *Molecular Ecology*, 18, 3429- 3442.

**Kentouri, M., (1981).** Données préliminaires sur les facultés d'adaptation à un aliment inerte (zooplancton congelé) des post-larves de 11 espèces de poissons et crustacés marins. *Aquaculture*, 23: 73-82.

**Kondrashov, A. S., & Mina, M. V., (1986).** Sympatric speciation: when is it possible? *Biological Journal of the Linnean society*, 27(3), 201-223.

## L

**Lahnsteiner, F., (2003).** Morphology, fine structure, biochemistry, and function of the spermatid ducts in marine fish. *Tissue & Cell.*, 35(5): 363-373.

**Laporte, J., (2009).** *Natural kinds and conceptual change.* Cambridge University Press. 221 p.

**Lecointre, G., (2009).** *Guide critique de l'évolution.* Eds Belin. 571p.

**Leis, JM., (1991)** Vertical distribution of fish larvae in the Great Barrier Reef lagoon, Australia. *Mar Biol* 109: 157-166

**Leis JM, Carson-Ewart BM., (2000).** The larvae of Indo-pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae. Fauna Malaysian Handbook 2. Brill publishers in Leiden, Netherlands. 850 pp

**Lenfant, P., (2002).** Heterozygosity and fitness: the case of marine fish, *Diplodus sargus* (Linné, 1758) Comptes rendus. Biologies.vol. 325, no3: pp. 239-252.

**Lenfant, P., (2003).** Demographic and genetic structures of white sea bream populations (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758) inside and outside a Mediterranean marine reserve. *C. R. Biol.*, 326: 751-760.

**Levins, R., (1969).** Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the entomological society of America* 15 : 237-240.

**Lopez Garcia, M., Millot, C., Font, J., et Garcialadona, E., (1994).** Surface Circulation Variability in the Balearic Basin. *Journal Of Geophysical Research - Oceans*, 99(C2) :3285–3296.

**Louisy, P., (2005).** - Guide d'identification des poissons marins. Europe de l'ouest et Méditerranée. (eds) Eugen Ulmer. 430 p.

**Louisy, P., (2002).** Guide D'identification des poissons marins, Europe de l'Ouest et Méditerranée, ed. Ulmer, 430p.

## M

**Madache, S., (2009).** Contribution à la biologie du sar à tête noire *Diplodus vulgaris* du Golfe d'Annaba. Mémoire de Magister, Université Badji-Mokhtar, Algérie. 185 p.

**Mangit F., Korkmaz M. & Yerli S. V., (2018).** Morphological variation of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) with emphasis on allometry. *Turkish Journal of Zoology*.

**Man-wai, R. & Quignard, J. P., (1984).** Les sars *Diplodus sargus* (L. 1758) du golfe de Lion: croissance et caractéristiques des débarquements aux criées de Sète et du Graudu- Roi. *Rev. Trav. Inst. Pêche marit.*, 46(3): 173-194.

**Mayr, E., (1942).** Systematics and the origin of species, from the viewpoint of a zoologist. Harvard University Press, 315 p.

**Micale, V., Perdichizzi, F. et Santangelo, G., (1987).** The gonadal cycle of captive white bream, *Diplodus sargus* (L.). *J. Fish. Biol.*, 31: 435-440.

**Millot, C., (1999).** Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 20(1-4) :423–442.

**Millot, C., (2009).** Another description of the Mediterranean Sea outflow. *Progress in Oceanography*, 82(2) :101–124.

**Millot, C., Benzohra, M., et TaupierLetage, I., (1997).** Circulation off Algeria inferred from the Mediproduct-5 current meters. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 44(9-10) :1467.

**Mitteroecker, P., Gunz, P., (2009).** Advances in Geometric Morphometrics. *Evolutionary Biology*, 36(2), 235-247. doi:10.1007/s11692-009-9055-x.

**Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Barreirosb, J.P., Santos, R.S., et Nash, R. D. M., (2001).** Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic *Fish. Res.* 50: 297-302.

## N

**Neil Campbell & Jane B. Reece., (1987).** *Biologie*, 7e édition, p.514,532.

**Nouache, S., (2002).** *Biologie et écologie du sparailon *Diplodus annularis* du Golfe d'Annaba.* Mémoire de Magister, option: Biologie et Physiologie des Organismes Marins, Université Badji-Mokhtar, Algérie. 62p.

## O

**Odum E. P., (1971).** *Basic ecology.* *Holt Saunders International editions*, Philadelphia.

## P

**Pailhe, J., (2002)** *Migration, migrant, géographie de la population.* In: *Espace, populations, sociétés. Géographie et population*, 73-82.

- Pajuelo, J.G. & Lorenzo, J. M., (2002).** Age and growth of the annular seabream, *Diplodus annularis* (Pisces: Sparidae), from the Canarian archipelago (central-east Atlantic). *Cienc. Mar.*, 28(1): 1-11.
- Palma, J. & Andrade, J. P., (2001).** Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*, and *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 57(1): 1-8.
- Perez, M. J., Rodriguez, C., Cejas, J. R., Martin, M. V., Jerez, S. et Lorenzo, A., (2007).** Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. *Comp.*
- Perez-ruzafa, A., Gonzalez-Wanguemerta, M., Lenfant, P., Marcosa, C. & Garcia-Chartiona, J. A., (2006).** Effects of fishing protection on the genetic structure of fish populations. *Biol. Conserv.*, 129: 244-255.
- Perkins, H. & Pistek, P., (1990).** Circulation in the Algerian Basin during June 1986. *Journal Of Geophysical Research - Oceans*, 95(C2) :1577–1585.
- Pinot, J. & Ganachaud, A., (1999).** The role of winter intermediate waters in the spring summer circulation of the Balearic Sea - 1. Hydrography and inverse box modeling. *Journal Of Geophysical Research - Oceans*, 104(C12) :29843–29864.
- Pinot, J.-M., Tintore, J., et Gomis, D., (1995).** Multivariate analysis of the surface circulation in the Balearic Sea. *Progress in Oceanography*, 36(4) :343–376.
- Planes, S., & Lecaillon, G., (2001).** Caging experiment to examine mortality during metamorphosis of coral reef fish larvae. *Coral Reef*, 20, 211-218.
- Planes, S., Lecaillon, G., Lenfant, P., et Meekan, M., (2002).** Genetic and demographic variation in new recruits of *Naso unicornis*. *J. Fish Biol.*, 61, 1033-1049.

## Q

- Quero, J. C. & Gueguen, J., (1978).** Données sur la faune ichthyologique du golfe de Gascogne.1. Répartition des *Diplodus* (Sparidae, Perciformes) et remarques sur leurs stades juvéniles. *Cybium*, 3: 82 - 94.

**Quignard, J. P., & Man-wai, R., (1982).** Croissance linéaire et pondérale des jeunes *Diplodus sargus* O+ (Pisces Osteichthyes Sparidae) des étangs languedociens de Mauguio et du Prévost. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 45: 253-269.

**Quignard, J. P., & Tomasini, J. A., (2000).** Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, 7(3): 1-66.

## R

**Rohlf F. L., (2015).** The tps Dig eriesof. *Hystrix*, 26: 9-12.

**Rohlf F.J., & Marcus L.F., (1993).** A Revolution in Morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8(4): 129-132.

**Rohlf, F.J., & Slice, D., (1990).** Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks. *Systematic Biology*, 39(1): 40-59.

**Rosecchi, E., (1985).** Ethologie alimentaire des sparidae *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus erythrinus*, *Sparus aurata* du golfe du Lion et des étangs Palavasiens. Thèse Doctorat, 282 p. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.

**Rouane-Hacene, O., (2013).** Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb, Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*. Thèse de Doctorat, université d'Oran, 249 p.

## S

**Saavedra, M., Conceicao, L. E. C., Pousao-Ferreira, P. et Dinis, M. T., (2006).** Amino acid profiles of *Diplodus sargus* (L., 1758) larvae: implications for feed formulation. *Aquaculture*, 261: 587-593.

**Sala, E. & Ballesteros, E., (1997).** Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 152: 273-283.

**Sammari, C., Millot, C., et Prieur, L., (1995).** Aspects of Time Seasonal and Mesoscale Variabilities of the Northern Current in the Western Mediterranean-Sea inferred from the PROLIG-

2 and PROS-S Experiments. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 42(6) :893–917.

**Sammari, C., Millot, C., Taupier-Letage, I., Stefani, A., et Brahim, M., (1999).** Hydrological characteristics in the Tunisia-Sardinia-Sicily area during spring 1995. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 46(10) :1671–1703.

**Santos, M. N., Gaspar, M.B., Vasconcelos, P. et Monteiro, C.C., (2002).** Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algrave coast (southern Portugal). *Fis. Res.*, 59: 289-295.

**Send, U., Font, J., Krahnemann, G., Millot, C., Rhein, M., et Tintore, J., (1999).** Recent advances in observing the physical oceanography of the western Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, 44(1-3) :37–64. International Conference on Progress in Oceanography of the Mediterranean Sea, ROME, ITALY, NOV 17-19, 1997.

**Slice, D. E., (2007).** Geometric Morphometrics. *Annual Review of Anthropology*, 36(1), 261-281. doi:10.1146/annurev.anthro.34.081804.120613.

**Soljan, T., (1963).** *Fishes of the Adriatic*: Nolit Publishing House.

**Stergiou, K. I., (2003).** Quantifying the role of competing static gears: comparative selectivity of longlines and monofilament gill nets in a multi-species fishery of the Algrave (Southern Portugal). *Sci. Mar.* 67(3), 341-352.

## T

**Thomas, F., Lefevre, T., et Raymond, M., (2010).** *Biologie évolutive*. Eds De Boeck. 961 p.

**Thorson, G., (1950).** *Reproduction and larvale cology of marine bottom invertebrates*. *Biological Review*, 25:1–45.

**Tortonese, E., & Cautis, I., (1967).** Révision des poissons de la famille des Sparidés vivant près des côtes de Roumanie. *Annali Mus. Civ. Stor. Nat. Giacomo Doria*. 77: 295-306, 4 fig.

**Tsimplis, M., & Bryden, H., (2000).** Estimation of the transports through the Strait of Gibraltar. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, 47(12) :2219–2242.

## V

**Vakily, J. M., Camara, S. B., Mnediy, A. N., Marques, V., Samb, B., Dos Santos, A. J., Sheriff, M. F., Ould Taleb Sidi, M. et Pauly, D., (2002).** Poissons Marins de la Sous-Région Nord-Ouest Africaine. Commission Européenne. Centre commun de recherche. I-21020 Ispra (VA) Italie.130: 51.

**Via, S., (2009).** Natural selection in action during speciation, National Academy of Sciences, Washington, D.C., vol. 106, no Suppl 1, 16 juin 2009, p. 9939–9946.

**Vigliola, L. & Harmelin-Vivien, M. L., (2001).** Post-settlement ontogeny in three Mediterranean reef fish species of the genus *Diplodus*. *Bull. Mar. Sci.*, 68: 271-286.

**Virginie, M., (2010),** philosophie de la biodiversité : petite éthique pour une nature en péril, buchet chastol, 224 p.

## W

**White M.J.D., Blackith R.E., Blackith R.M. et Cheney J., (1967).** Cytogenetics of the viatica group of morabine grasshoppers. I. The “coastal” species. Australia. *J. Zool.* 15: 263-302.

**Whitehead, P.G.P., Bauchot, M. L., Hureau, J.C., Nielsen, J., et Tortonese, E., (1986).** Fishes of the north eastern Atlantic and the Mediterranean, Vol II. 515-1007. UNESCO Paris: 780-792.

## Z

**Zeghdoudi., (2006).** Modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes, application aux petits pélagiques de la baie de bouismail (Algérie). Mémoire de master, Université de Barcelone, 61p.

### Autre Référence bibliographiques consultées

[A] :[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Taxonomic\\_hierarchy.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Taxonomic_hierarchy.svg)

[B] : <http://www.bio.research.ucsc.edu>

[C]: [https://www.researchgate.net/figure/Carte-geomorphologique-de-la-Mer-Mediterranee-Fond-de-carte-et-bathymetrie-GEBCO\\_fig1\\_311345937](https://www.researchgate.net/figure/Carte-geomorphologique-de-la-Mer-Mediterranee-Fond-de-carte-et-bathymetrie-GEBCO_fig1_311345937)

[D] site:<http://www.fishbase.com> (Modifier).