



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER
LABORATOIRE BIORESSOURCES MARINES

Thèse en vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Spécialité: Sciences de la mer
Option: Bioressources Marines

Intitulé

Contribution à la biologie des badèches *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra* (Serranidae) des côtes est de l'Algérie.

par
ZAIDI Raouf

Soutenu publiquement le devant le Jury composé de:

Directeur de thèse :

M. DERBAL Farid Professeur, UBMA, Laboratoire Bioressources Marines

Président

M. KARA M. Hichem Professeur, UBMA, Laboratoire Bioressources Marines

Examineurs

M^{me} CHAOUI Lamya Professeur, UBMA, Laboratoire Bioressources Marines

M. HEMIDA Farid Professeur, ENSSMAL, Alger

Remerciements

Cette thèse est le fruit de sept années de travail durant lesquelles j'ai pu bénéficier de la culture provenant du milieu universitaire et professionnel. Évidemment, bien que ce travail soit personnel, beaucoup de personnes y ont largement contribué que ce soit directement ou indirectement.

Ce travail de recherche a été effectué au sein du laboratoire BIOMAR (Bioressources Marines) de l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, dirigé par le Professeur Kara Mohamed Hichem. J'exprime ici ma gratitude pour les conditions de travail, notamment matérielles et conseils, qui m'ont été offertes tout au long de la préparation de cette thèse.

Je souhaite en premier lieu remercier M. Derbal Farid, Professeur à l'Université d'Annaba, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger mes travaux de recherche. En qualité de chef de département, il a mis à ma disposition toute la logistique nécessaire pour le bon déroulement de mes investigations. Sur la plan scientifique, il n'a sans cesse orienté et conseillé et ce jusqu'au dernier moment. Alors que sur le plan humain, il a été pour moi une réelle source de motivation pour mener à terme ce travail de recherche. Ces paroles "Raouf, il faut mettre le paquet maintenant, il ne reste plus rien" été pour moi un réel encouragement.

Je tiens à remercier vivement tous les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail: M Kara M. Hichem, Professeur à l'Université d'Annaba en qualité de président, Mme Chaoui Lamya, Professeur à l'Université d'Annaba, M. Hemida Farid, Professeur à l'ENSSMAL, en qualité d'examineurs.

Je remercie un certain nombre de collègues et d'ami(e)s Doctorants pour leur aide précieuse apportée à cette thèse, que ce soit sur le plan statistique où informatique, je citerais: Boughamou, Mohdeb, Boudinar, Hannachi, Masmoudi et Guezi.

Mes remerciements vont également à badji, fenec, sou, mawhoube, touperman, lmarouki, gros, barhoum, kazoi, teftef, petit borj, la bech bech, dunch, lazalga, tbessa, jelde, hou iw, yassine, hou pharm, Cheniti Radia, Bahnas Soumia, Soued lad, Aouissi Monia, Hamida Chafia, Bourehail Nadjette, Bouhali fatma-zahra, Mouna Babaya, Boughamou Naima,

Mohdeb Rima, tigidah, Amira Aicha, Bouzeraa Houda, Lemouchi Honaida, Boulmaiz Amel, karima, Kerkour Wahiba, Merzoug Zahiya, et tous ceux que j'oublie parmi les doctorants côtoyés lors de ces années de thèse pour les instants et les discussions que nous avons partagé.

Je voudrais exprimer aussi ma profonde reconnaissance aux membres de ma famille, ma mère Houria, ma tante Warda, ma sœur Z. Meriem et mes frères Z. Djalel et Z. Hamza, qui m'ont fortement poussé à me lancer dans l'aventure. Mes remerciements s'adressent également à tous les membres de ma grande famille, Soued, Dalel, Nabila, Rachid, Tarek, Warda, Mohamed, Wakile, fares, Sabrina, Linda, Habiba, Radia, Rahma, Djanet, Adel, Djamel, ilhem, ainsi qu'à leurs enfants

Enfin, toutes les personnes non mentionnées ici se trouvent bien évidemment chaleureusement remerciées, quels que soient leurs degrés d'implication.

À ma mère "Houria", qui a tous fais pour nous gardé réunie, elle n'a rien fais pour elle
et elle a tous fais pour nous voir réussir, je ne sais guère comment je vais faire pour lui
rendre la monnaie.

À la mémoire de mon père "Kamdi", qu'Allah l'Accueille dans son vaste Paradis, à qui
je dédie ce travail tout en espérant qu'il sera fière de ce que je suis devenu.

N°	Titre	Page
1	Photos montrant l'érosion céphalique (EC), l'opacité oculaire (OO), les lésions cutanées (LC) et le gonflement de la vessie natatoire (GVN) chez des individus infectés d' <i>Epinephelus costae</i> du golfe d'Annaba.	7
2	Morphologie externe de la badèche <i>Epinephelus costae</i> .	15
3	Morphologie externe de la badèche rouge <i>Mycteroperca rubra</i> .	16
4	Différentes mensurations prises sur les deux espèces de badèches <i>Epinephelus costae</i> et <i>Mycteroperca rubra</i> .	24
5	Valeurs moyennes des caractères numériques chez <i>Epinephelus costae</i> et <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est algériennes.	29
6	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	30
7	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	30
8	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	31
9	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les individus mûres d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	31
10	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les individus immatures d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	32
11	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale des individus de <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est de l'Algérie.	32
12	Dispositif d'observation utilisé pour l'analyse numérique de l'âge à partir du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées).	40
13	Écailles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	47-48
14	Évolution de l'accroissement marginal (AM) mesuré sur les écailles de la badèche <i>E. costae</i> du golfe d'Annaba.	49
15	Croissances linéaires observée, théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	58
16	Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	58

17	Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	59
18	Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale de <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est de l'Algérie.	60
19	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	60
20	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	61
21	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	62
22	Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	63
23	Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	64
24	Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	64
25	Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale de <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est de l'Algérie.	65
26	Structure de la population d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'Est de l'Algérie.	76
27	Evolution mensuelle de la sex-ratio d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'est de l'Algérie.	77
28	Structure saisonnière de la population d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'est de l'Algérie.	77
29	Evolution de la sex-ratio d' <i>Epinephelus costae</i> en fonction des classes de tailles.	78
30	Gonade hermaphrodite d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'Est de l'Algérie (GM: gonades mâles; Gf: gonades femelles).	78
31	Répartition mensuelle des différents stades de maturité chez les femelles (A) (stade II, III, IV et V de l'échelle de maturité) et les mâles (B) (stade I, II et III de l'échelle de maturité) d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'est Algérien.	79-80

32	Evolution mensuelle du RGS chez les deux sexes d' <i>E. costae</i> des côtes est de l'Algérie.	81
33	Evolution mensuelle du RHS chez les deux sexes d' <i>E. costae</i> des côtes est de l'Algérie.	82
34	Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez les deux sexes d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	82
35	Taille à la première maturité sexuelle chez les femelles et les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	83
36	Variations mensuelles du coefficient de condition (K) chez les deux sexes d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	84
37	Localisation des sites de pêche de la badèche <i>E. costae</i> et <i>M. rubra</i> des côtes de l'Est de l'Algérie.	90
38	Evolution mensuelle du coefficient de vacuité digestive (Cv %) chez <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	94
39	Evolution saisonnière du coefficient de vacuité digestive (Cv %) chez <i>Epinephelus costae</i> sur les côtes est de l'Algérie.	95
40	Comparaison statistique du régime alimentaire de la badèche <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'est algérien en fonction de la taille des poissons.	98
41	Comparaison statistique du régime alimentaire de la badèche <i>Epinephelus costae</i> des côtes de l'est algérien en fonction des différentes saisons.	100

N°	Titre	Page
1	Richesse, abondance (AS) et dominance spécifiques (%) mensuelles des Serranidae échantillonnés sur les côtes est de l'Algérie entre juin 2011 et mai 2012.	6
2	Caractéristiques des mérours <i>Epinephelus marginatus</i> et <i>Epinephelus costae</i> affectés et examinés au laboratoire.	7
3	Comparaison des tailles maximales (en cm) des différentes espèces de Serranidae de Méditerranée.	10
4	Différents synonymes taxonomique d' <i>Epinephelus costae</i> et de <i>Mycteroperca rubra</i> .	12
5	Taxonomie phylogénique adoptée pour les deux espèces étudiées.	13
6	Comparaison des valeurs des caractères numériques chez les populations atlantiques et méditerranéennes d' <i>Epinephelus costae</i> et de <i>Mycteroperca rubra</i> .	35
7	Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la scalimétrie chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	51
8	Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des écailles chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	52
9	Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des écailles chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est d'Algérie.	53
10	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale de <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est d'Algérie.	53
11	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est d'Algérie.	54
12	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez les femelles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est d'Algérie.	55
13	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez les mâles d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est d'Algérie.	55
14	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale de <i>Mycteroperca rubra</i> des côtes est d'Algérie.	56
15	Comparaison des longueurs totales (en cm) rétrocalculées avec celles déterminées par le comptage du nombre d'anneaux d'arrêt de croissance chez la badéche <i>Epinephelus costae</i> .	56

16	Paramètres de Von Bertalanffy et indices de performance (ϕ) chez la population totale et les sexes séparés (femelles et mâles) d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	57
17	Comparaison de la relation taille-poids d' <i>Epinephelus costae</i> dans les différentes régions méditerranéennes.	68
18	Sex-ratio (SR) d' <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie en période et hors période de reproduction.	76
19	Comparaison des périodes de ponte d' <i>E. costae</i> dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique.	86
20	Comparaison statistique du coefficient de vacuité digestive (Cv %) en fonction du sexe, de la maturité, de la taille et des saisons d'échantillonnage chez <i>Epinephelus costae</i> des côtes est de l'Algérie.	96

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I: INVENTAIRE DES EPINEPHELINAE	
1. INTRODUCTION.....	4
2. MATERIEL ET METHODES	4
2.1. Analyse qualitative	4
2.2. Analyse quantitative	5
3. RESULTATS	5
3.1. Diversité	5
3.2. Abondance et dominance spécifiques	5
4. DISCUSSION	8
5. CONCLUSION	10
CHAPITRE II: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ESPECES ETUDIEES: CAS D'<i>Epinephelus costae</i> et de <i>Mycteroperca rubra</i>	
1. Systématique	12
2. Synonymes et appellations vernaculaires	13
3. Critères de diagnose	14
4. Distribution géographique et habitat	16
5. Alimentation.....	17
6. Croissance	18
7. Reproduction	18
8. Statut écologique et vulnérabilité	19
9. Intérêt économique	20

CHAPÎTRE III : MORPHOMETRIE	
1. INTRODUCTION.....	22
2. MATERIEL ET METHODES	23
2.1. Provenance des échantillons	23
2.2. Critères numériques	23
2.3. Caractères métriques	23
2.4. Analyses statistiques	24
2.5. Dimorphisme sexuel.....	26
3. RÉSULTATS	28
3.1. Caractères numériques	27
3.2. Caractères métriques	29
3.3. Dimorphisme sexuel.....	34
4. DISCUSSION	34
5. CONCLUSION	37

CHAPÎTRE IV: ÂGE ET CROISSANCE

1. INTRODUCTION.....	38
2. MATERIEL ET METHODES	39
2.1. Prélèvement, préparation et observation des écailles.....	39
2.2. Lecture d'âge.....	40
2.3. Relation entre la longueur du poisson et le rayon de l'écaille	41
2.4. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance ou dépôt des anneaux et croissance marginale	42
2.5. Croissance rétrospective (rétrocalcul).....	43
2.6. Modélisation de la croissance	44
2.6.1. Croissance linéaire absolue	44
2.6.2. Croissance relative ou relation taille-poids	45
2.6.3. Croissance pondérale absolue	46
3. RESULTATS	47
3.1. Âge	47
3.1.1. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance.....	48

3.1.2. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaïlle.....	49
3.1.3. Calcul des tailles moyennes aux différents âges (rétrocalcul)	50
3.2. Croissance	57
3.2.1. Croissance linéaire absolue	57
3.2.2. Croissance relative	60
3.2.3. Croissance pondérale absolue.....	62
4. DISCUSSION	65
5. CONCLUSION	68

CHAPÎTRE V: REPRODUCTION.....

1. INTRODUCTION.....	70
2. MATERIEL ET METHODES	71
2.1. Sex-ratio	71
2.2. Examen macroscopique des gonades	71
2.3. Rapport gonado-somatique	72
2.4. Rapport hépato-somatique.....	72
2.5. Adiposité	73
2.6. Taille à la première maturité sexuelle	73
2.7. Coefficient de condition où indice pondéral	74
2.8. Analyse statistique.....	75
3. RESULTATS	75
3.1. Sex-ratio	75
3.2. Stades de maturation	79
3.3. Rapport gonado-somatique	80
3.4. Rapport hépato-somatique.....	81
3.5. Adiposité	82
3.6. Taille à la première maturité sexuelle	83
3.7. Coefficient de condition ou indice pondéral	83
4. DISCUSSION	84
5. CONCLUSION	88

CHAPÎTRE VI: RÉGIME ALIMENTAIRE	
1. INTRODUCTION.....	89
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	90
2.1. Echantillonnage	90
2.2. Méthodes analytiques	91
2.2.1. Prélèvement et conservation des tubes digestifs	91
2.2.2. Analyse qualitative	91
2.2.3. Analyse quantitative et classement des proies	92
2.2.4. Analyse statistique.....	93
3. RÉSULTATS	94
3.1. Vacuité digestive	94
3.2. Diversité des proies ingérées	96
3.3. Classement global des proies	97
3.4. Variations ontogénétiques	97
3.5. Variations du régime alimentaire en fonction du sexe	98
3.6. Variation du régime alimentaire entre les immatures et les matures	99
3.7. Variations saisonnières.....	99
4. DISCUSSION	101
5. CONCLUSION	104
CONCLUSION GÉNÉRALE	106
RÉSUMÉS	109
BIBLIOGRAPHIE	112
ANNEXES	138

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Les Serranidae sont des Perciformes qui incluent environ 449 espèces (Nelson, 2006) avec des représentants de petite taille (barbiers et serrans) et ceux de grande taille, comme les loches, les mérous et les badèches. La taxonomie et la classification des Serranidae ont fait l'objet de nombreuses études et restent d'ailleurs sujettes à des controverses continues (Johnson, 1983; Craig *et al.*, 2001 et 2009; Smith et Craig, 2007; Craig et Hasting, 2007). D'une manière générale, les gros Serranidae, comme les mérous et les badèches, appartiennent à la sous-famille Epinephelinae qui se compose de 15 genres et 159 espèces principalement réparties dans la région Indo-Pacifique (110 espèces), en Atlantique Est et en Méditerranée (14 espèces) et dans la zone Amérique intertropicale (35 espèces). Globalement, les espèces communes et les plus ciblées appartiennent aux genres *Epinephelus* et *Mycteroperca* (Pierre *et al.*, 2007). Le genre *Epinephelus* comprend 98 espèces, dont 70 proviennent de la zone Indo-Pacifique, 8 de la région de l'Est du Pacifique, 11 de la région de l'Atlantique Ouest et 9 de la zone de l'Atlantique Est et méditerranéenne. Dans la région méditerranéenne, ce genre est représenté par les espèces *E. aeneus*, *E. caninus*, *E. costae*, *E. haifensis* (confusion avec *E. marginatus*), *E. marginatus*, et *E. coioides* récemment introduit par le canal de Suez (Parenti et Bressi, 2001). Le genre *Mycteroperca* est d'une importance capitale pour l'industrie de la pêche commerciale et de loisirs. Il existe 15 espèces, dont 1 espèce signalée dans la région de l'Atlantique Est, 1 espèce dans la région méditerranéenne, 8 espèces dans l'Atlantique Ouest et 5 dans les zones du Pacifique Est. En Méditerranée, l'espèce *M. rubra* est d'un intérêt commercial, mais les quantités débarquées sont limitées par rapport à celles d'*E. marginatus* (Heemstra et Randall, 1993). Même si les prises mondiales de mérous sont considérées négligeables, les mérous et les badèches constituent une ressource halieutique incontournable au sein des pêches récréatives et artisanales (Harper *et al.*, 2000; Coll *et al.*, 2004; Morales-Nin *et al.*, 2005; Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2012), notamment sur les fonds rocheux et les récifs côtiers des régions tropicales et subtropicales (Werner Hackrad, 2012). Etant donné l'importance écologique et économique que représentent les mérous et les badèches dans de nombreuses régions du monde, comme dans le développement du tourisme subaquatique (plongée et photographie sous-marines) et de la création des aires marines protégées, les gros Serranidae semblent susciter plus d'intérêt par la communauté scientifique et les gestionnaires des AMP. En effet, il a été démontré que le choix privilégié des sites de plongée par les plongeurs amateurs et professionnels était lié directement à l'abondance et à la taille des mérous disponibles au sein de ces réserves marines (Rudd et

Tupper 2002; Félix-Hackradt et Hackradt, 2008). Malheureusement, la plupart des espèces d'Epinephelinae sont sérieusement menacées dans la majorité de leur aire de répartition (Morris *et al.*, 2000; Aguilar-Perera, 2006; Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2012). A cette menace vient s'ajouter la haute sensibilité des mérous à la surpêche, aux pathologies virales (Vendramin *et al.*, 2013; Kara *et al.*, 2014), à leur complexité de leur sexualité, favorisant ainsi un effet synergique amplifié conjugué avec les activités anthropiques (Eklund et Shull, 2001).

En Algérie, la situation ne diffère guère de celle des autres pays riverains à la Méditerranée puisque les Epinephelidae (mérous et badèches), très ciblés par la pêche artisanale et sportive, ne semblent bénéficier d'aucun statut spécifique ou de protection effective malgré le constat inquiétant sur la ressource naturelle, signalée sur nos côtes depuis déjà très longtemps (Kara et Derbal, 1996; Kara *et al.*, 2014). D'autre part, les études se rapportant à la biologie, l'écologie ou la dynamique de ces poissons, notamment les espèces *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra*, sont succinctes comparées à celles d'autres Perciformes côtiers d'intérêt économique, comme c'est le cas des Sparidae (Chaoui *et al.*, 2005, 2006; Harchouche *et al.*, 2005; Zeraouli-Khodja et Amalou, 2005; Derbal et Kara, 2006, 2008; Derbal *et al.*, 2007; Benchalel *et al.*, 2010; Lechkheb *et al.*, 2010; Benchalel et Kara, 2010; Benchalel et Kara, 2013; Bensahla *et al.*, 2013; Derbal *et al.*, 2013; Mohdeb et Kara, 2014; Bouguamou *et al.*, 2014 et 2015) ou des Labridae (Bouhamou *et al.*, 2014 et 2016). Si le mérou brun *E. marginatus*, une espèce emblématique et en danger en Méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011), a fait l'objet de nombreux travaux d'inventaires et de biologie aussi bien en mer ouverte non protégée qu'au sein des réserves marines (Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999 ; Kara et Derbal, 1999; Harmelin et Robert, 2001; Bodilis *et al.*, 2003; Linde *et al.*, 2004; La Mesa *et al.*, 2008), ses congénères *E. costae* et *M. rubra* au statut écologique moins inquiétant en Méditerranée (Data Deficient et Least Concern, respectivement) (Abdul-Malak *et al.*, 2011) sont beaucoup moins connus.

Dans la région Est de l'Algérie, la biologie des badèches *E. costae* et *M. rubra* est étudiée à notre connaissance pour la première fois. Les quelques travaux ont été menés sur le mérou brun *E. marginatus* et concernent essentiellement la biologie (Ghafir et Guerrab, 1992; Derbal et Kara, 1995; Kara et Derbal, 1996), l'écologie (Derbal et Kara, 1996) et la pathologie (Kara *et al.*, 2014). Les informations sur les badèches ne se limitent qu'à l'espèce *E. costae* où seulement quelques aspects ont été abordés, comme le régime alimentaire

(Derbal et Kara, 2007; Zaidi *et al.*, 2013) et l'inventaire par relevés visuels le long des côtes de l'Est d'Algérie (Derbal *et al.*, 2013).

Ce travail consiste à fournir des données nouvelles sur des aspects complémentaires de la biologie des populations de la badèche *E. costae* et du mérrou royal *M. rubra* des côtes algériennes. Les données sont considérées fondamentales et d'un intérêt capital aussi bien pour la communauté scientifique que pour les gestionnaires de la ressource halieutique côtière dans une perspective d'établissement d'un plan de gestion en vue d'une exploitation raisonnée et durable des stocks naturels qui sont en déclin continu dans la majorité des zones marines ouvertes d'après le témoignage des pêcheurs professionnels et sportifs. D'ailleurs, les quantités débarquées de mérrous et de badèches sont très souvent occasionnelles et l'UICN a récemment conférée à ces deux espèces le statut de "Data Deficient" dans la liste rouge des espèces de poissons marins de la Méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011).

Le manuscrit est organisé en plusieurs chapitres. Le premier chapitre est un inventaire exhaustif des Epinephelidae réalisé sur la base des captures artisanales et sportives débarquées au niveau des poissonneries de la ville d'Annaba et d'El Kala. Ce travail a été réalisé en vue de rechercher la/les espèces les plus communes et celles au statut particulier selon les critères de l'UICN. Le deuxième chapitre est une synthèse bibliographique sur les badèches *E. costae* et *M. rubra*, où divers aspects ont été abordés, comme la taxonomie et les critères de diagnose, les éléments d'éco-biologie (distribution géographique, alimentation, croissance, statut et vulnérabilité) et l'intérêt économique (pêche et aquaculture). Le troisième chapitre s'intéresse aux caractéristiques morphométriques de ces deux espèces (morphologie externe). Le choix de ces deux espèces est justifié par leur fréquence et leur abondance dans les captures réalisées sur les côtes est de l'Algérie. Dans le quatrième chapitre, nous avons abordé par la méthode directe l'âge et la croissance. La reproduction est abordée dans le cinquième chapitre (sex-ratio, taille à la première maturité sexuelle, période de ponte). Le dernier chapitre s'intéresse à la composition et aux variations du régime alimentaire en fonction du temps, de la taille du poisson, des sexes et de l'état sexuel. Enfin, les annexes comportent l'essentiel des données brutes sous forme de tableaux ou de figures ainsi que des résultats publiés (Zaidi *et al.*, 2013 et 2015; Kara *et al.*, 2014) ou communiqués dans des congrès internationaux .

CHAPITRE I. INVENTAIRE DES EPINEPHELINAE

1. INTRODUCTION

Les Serranidae Epinephelinae regroupent l'ensemble des mérours et des badèches, soit 15 genres et 159 espèces principalement réparties dans la région Indo-Pacifique (110 espèces), en Atlantique Est et en Méditerranée (14 espèces) et dans la zone Amérique intertropicale (35 espèces). Globalement, les espèces communes et les plus ciblées appartiennent aux genres *Epinephelus* et *Mycteroperca* (Pierre *et al.*, 2007).

Le genre *Epinephelus* comprend 98 espèces, dont 70 proviennent de la zone Indo-Pacifique, 8 de la région de l'Est du Pacifique, 11 de la région de l'Atlantique Ouest et 9 de la zone de l'Atlantique Est et méditerranéenne. Dans la région méditerranéenne, ce genre est représenté par les espèces *E. aeneus*, *E. caninus*, *E. costae*, *E. haifensis* (confusion avec *E. marginatus*), *E. marginatus*, et *E. coioides* récemment introduit par le canal de Suez (Parenti et Bressi, 2001).

Le genre *Mycteroperca* est d'une importance capitale pour l'industrie de la pêche commerciale et de loisirs. Il existe 15 espèces, dont 1 espèce signalée dans la région de l'Atlantique Est, 1 espèce dans la région méditerranéenne, 8 espèces dans l'Atlantique Ouest et 5 dans les zones du Pacifique Est.

Sur les côtes algériennes, la sous-famille Epinephelinae est représentée aussi par les genres *Epinephelus* avec 4 espèces (*E. marginatus*, *E. aeneus*, *E. caninus*, *E. costae*) et *Mycteroperca* avec l'unique espèce *M. rubra* (Djabali *et al.*, 1993; Derbal et Kara, 2001; Refes *et al.*, 2010). Si la liste des représentants de cette sous-famille est disponible, aucune donnée ne précise par contre la proportion des mérours ou des badèches dans les captures.

Cette étude a pour objectif principal d'actualiser l'inventaire des mérours et des badèches et d'estimer les quantités débarquées le long des côtes de l'Est de l'Algérie.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Analyse qualitative

L'inventaire des Epinephelinae s'est effectué sur la base des quantités débarquées par les pêcheurs professionnels et sportifs puis acheminées vers les 9 principales poissonneries de la ville d'Annaba et d'El Kala entre juin 2011 et mai 2012. Une partie négligeable de l'échantillonnage provient de pêches expérimentales réalisées au trémail et à la senne de plage durant cette même période par le laboratoire Bioressources Marines, dans le cadre d'autres travaux d'inventaires de l'ichtyofaune côtière (Hannachi, 2015). Selon le témoignage des pêcheurs, les engins utilisés pour la pêche commerciale des mérours et des badèches sont le

filet maillant, l'arbalète et la palangre de fond. Certaines prises proviennent accidentellement des pêches aux chaluts de fond. Les espèces fraîchement pêchées ont été identifiées à l'œil nu en utilisant les critères de diagnose classiques (Fischer *et al.*, 1987; Louisy, 2002).

2.2. Analyse quantitative

A chaque fois que les débarquements contenaient des mérours et des badèches, nous avons déterminé pour chaque espèce identifiée, la fréquence, l'abondance, la longueur totale pour quelque individus et le poids total. Durant la période comprise entre la fin septembre et début novembre, et suite à une alerte lancée par des pêcheurs et des plongeurs ayant observé des mortalités inhabituelles et des comportements natatoires anormaux des mérours *E. marginatus* et *E. costae* le long de la plage D'raouch (08°15' Est, 36°15'6'' Nord, Wilaya d'El-Tarf) (Fig. 3), des investigations ont été menées sur la base de relevés visuels (nombre, taille et poids approximatifs des poissons au comportement natatoire anormal, signes et lésions externes, profondeur, habitat) entre 0 et - 15 m et d'analyses cliniques et histologiques effectuées sur des échantillons qui ont échoué sur la rive ou recueillis en surface (Fig. 2). Sur les individus examinés, nous avons recherché la présence éventuelle d'ectoparasites branchiaux puis examiné l'état des viscères (foie, gonades, vessie natatoire). Ensuite, le cerveau et les yeux ont été prélevés de façon aseptique et fixés dans du formol tamponné à 10% directement après le prélèvement. Les échantillons ont été traités en utilisant la norme technique histologique, noyés dans de la paraffine, sectionnés à 3 µm et colorés à l'hématoxyline et à l'éosine pour les examens histopathologiques (Kara *et al.*, 2014).

3. RESULTATS

3.1. Diversité

Pendant un cycle annuel, nous avons inventorié un total de 2927 individus rattachés à 2 genres différents: *Epinephelus* représentés par 4 espèces (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. caninus*, *E. aeneus*) et *Mycteroperca* représenté que par une seule espèce *M. rubra*.

3.2. Abondance et dominance spécifiques

Tous les individus identifiés proviennent de la pêche artisanale effectuée sur les côtes Est d'Algérie à des profondeurs variant entre 5 et 100 mètres.

Le tableau 1 résume la richesse, l'abondance et la dominance spécifique des différents représentants des Epinephelinae. Le plus grand nombre d'espèces a été observé en juillet (5

espèces), suivie des mois de septembre, mars, avril et mai avec 3 espèces. Durant les mois restants, seul le mérou brun *E. marginatus* et la badéche *E. costae* ont été présents sur les étals des poissonneries.

Le genre *Epinephelus* domine largement avec 99% des mérous sur les étals. L'espèce *E. marginatus* est la plus abondante (1830 individus, soit une dominance 62,52%) suivie d'*E. costae* (1065 individus, soit une dominance de 36,39%). Seul 29 individus de l'espèce *M. rubra* ont été inventoriés (0,99 %). Notons bien que les deux espèces *E. caninus* et *E. aeneus* sont presque absentes durant toute l'enquête avec seulement 1 et 2 individus respectivement.

Tableau 1. Richesse, abondance (AS) et dominance spécifiques (%) mensuelles des Serranidae échantillonnés sur les côtes est de l'Algérie entre juin 2011 et mai 2012. Acronymes (E. m: *Epinephelus marginatus*, E. co: *Epinephelus costae*, E. ca: *Epinephelus caninus*, E. ae: *Epinephelus aeneus*, M. ru: *Mycteroperca rubra*).

Mois		Espèces				
		<i>E. m</i>	<i>E.co</i>	<i>E. ca</i>	<i>E. ae</i>	<i>M. ru</i>
J2011	AS	165	122	0	0	0
	Dominance (%)	57,49	42,51	0	0	0
J	AS	200	133	1	1	6
	Dominance (%)	58,48	38,89	0,29	0,29	1,75
A	AS	220	146	0	0	0
	Dominance (%)	60,11	39,89	0	0	0
S	AS	144	89	0	1	0
	Dominance (%)	61,54	38,03	0	0,43	0
O	AS	99	51	0	0	0
	ANS dans AS	63	26	0	0	0
	[Lt] et [Wt]	[33 -40,3 cm] [376-780 g]	[24,5-30 cm] [228-406 g]	/	/	/
	Dominance (%)	66	34	0	0	0
N	AS	105	63	0	0	0
	Dominance (%)	62,5	37,5	0	0	0
D	AS	81	40	0	0	0
	Dominance (%)	66,94	33,06	0	0	0
J2012	AS	51	26	0	0	0
	Dominance (%)	66,23	33,77	0	0	0
F	AS	141	69	0	0	0
	Dominance (%)	67,14	32,86	0	0	0
M	AS	179	83	0	0	7
	Dominance (%)	66,54	30,86	0	0	2,60
A	AS	251	102	0	0	11
	Dominance (%)	68,96	28,02	0	0	3,02
M	AS	194	141	0	0	5
	Dominance (%)	57,06	41,47	0	0	1,47

Durant la période d'inventaire, et suite aux informations de pêcheurs concernant les mortalités massives de mérours, nous avons recueilli quelques échantillons de mérour brun *E. marginatus* et de badèche *E. costae*, ces derniers présentées différents signes cliniques qui sont mentionnées dans le tableau 2 et la figure 1.

Tableau 2. Caractéristiques des mérours *Epinephelus marginatus* et *Epinephelus costae* affectés et examinés au laboratoire (-: vide, +: contenant une proie, ++: plus ou moins remplis).

Espèces	Lt (cm)	Pt (g)	Prof (m)	Estomacs	Signes cliniques
<i>Epinephelus marginatus</i>	30,0	406	-	-	lésion musculaire profonde sur la nageoire pectorale droite.
	29,5	360	-	-	yeux opaques
	24,5	228	-	-	yeux opaques, des lésions cutanées dans la région pré-dorsale.
	33,0	376	-	-	yeux opaques
	40,3	780	3-6	-	yeux opaques, érosion de la tête.
<i>Epinephelus costae</i>	37,5	639	Sur la rive	+	yeux opaques
	35,0	512	3-6	-	yeux opaques
	35,8	621	3-6	+	érosion de la tête.
	34,7	580	Flottant	++	yeux opaques
	34,3	503	3-6	-	lésion superficielle sur le flanc gauche.
	37,7	647	3-6	-	yeux opaques
	35,5	640	3-6	++	yeux opaques



Figure 1. Photos montrant l'érosion céphalique (EC), l'opacité oculaire (OO), les lésions cutanées (LC) et le gonflement de la vessie natatoire (GVN) chez des individus infectés d'*Epinephelus costae* du golfe d'Annaba (Kara *et al.*, 2014).

4. DISCUSSION

Les Serranidae occupent une place privilégiée, tant d'un point de vue diversité spécifique que par leur vaste répartition géographique (Ben Miled et Kebir, 2006). *Epinephelus costae* est l'une des 170 espèces de mérours inventoriées dans le monde (Heemstra et Randall, 1993; Derbal et al., 2007). Elle coexiste avec 8 autres dans la Méditerranée, dont 6 appartiennent au genre *Epinephelus* (Tortonese, 1986; Bauchot, 1987).

Sur les 5 espèces de Serranidae inventoriées avec différents engins de pêche, 4 espèces (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus*) sont rattachées au seul genre *Epinephelus* qui compte en Méditerranée 14 espèces. L'autre espèce appartient au genre *Mycteroperca* qui compte 15 espèces, dont 1 espèce signalée dans la région de l'Atlantique Est, 1 espèce dans la région méditerranéenne, 8 espèce dans l'Atlantique Ouest et 5 dans les zones du Pacifique Est.

Toutes les espèces que nous avons inventorié sur les côtes est algériennes ont été déjà décrites dans les eaux peu profondes du golfe d'Annaba (Derbal et Kara, 2001) et le long des côtes algériennes (Djabali et al., 1993; Refes et al., 2010). Les autres Serranidae du genre *Epinephelus* (*E. lanceolatus*, *E. malabaricus*, *E. fuscoguttatus*, etc.) et *Mycteroperca* (*M. jordani*, *M. bonaci*), rencontrés régulièrement dans les eaux tropicales, le Pacifique sud, l'Indo-Pacifique, l'Atlantique, la Nouvelle Calédonie, les côtes orientales de l'Afrique et l'archipel de Hawaï (Fischer et al., 1990; Heemstra et Randall, 1993; Allen et al., 2003; Pears et al., 2006) sont absents dans nos captures. Cette absence peut être due en partie aux différences dans les stratégies et la densité d'échantillonnage adoptées par les différents auteurs (relevés visuels, filets maillants fixes, chaluts) et aux exigences écologiques des Serranidae. En effet, Neill (1967), Chauvet et Francour (1990) et Derbal et al., 2013 ont montré l'existence de différences spécifiques des habitats préférentiels et de comportements territoriaux au sein du même genre, comme c'est le cas entre *E. marginatus* et *E. costae*, qui sont plus abondants sur les fonds mixtes constitués de rochers et d'herbiers à posidonie (Heemstra et Randall, 1993; Derbal et al., 2013), mais aussi sur les fonds sableux (Louisy et al., 2007) et vaseux (Craig et al., 2011), entre - 10 et - 300 m (Bauchot, 1987), tandis qu'*E. caninus* fréquente les fonds vaseux entre 30 et 400 m. D'autres auteurs mentionnent que certains Serranidae préfèrent rester entre deux eaux dans certains endroits de la Méditerranée (Bell, 1983; García-Rubis et Zabala, 1990; Jardas, 1996; Mouillot et al., 1999; Guidetti et Bussotti, 2000; Ruitton et al., 2000; Patrick et al., 2007; Lipej et al., 2009).

La dominance du mérour brun *E. marginatus* dans nos captures (62,5%) peut être interprétée comme un signe de stabilité de la population sur nos côtes, alors que cette espèce dispose en Méditerranée d'un statut d'espèce en danger selon les critères de l'UICN (Abdul-Malak *et al.*, 2011). Ces résultats confortent ceux obtenus par Derbal et Kara (2007, 2010, 2013) qui rapportent en plongée sous-marine l'abondance d'*E. marginatus* par rapport à ces autres congénères sur les côtes est de l'Algérie. Cette situation diffère dans d'autres régions de la Méditerranée où l'on observe au cours des 20 dernières années une baisse de 50% des prises des mérours bruns dans l'ensemble de la méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011).

Les quantités relativement importantes débarquées d'*E. costae* (36%) sur les étals comparées aux autres espèces de Serranidés (*E. aeneus*, *E. caninus* et *M. rubra*: < 1%), s'expliquent par l'abondance et le déficit de certaines espèces par rapport à d'autres sur les côtes est de l'Algérie et les habitats qu'occupent chacune de ces espèces. Tous les individus échantillonnés proviennent des poissonneries, ces derniers étant pêchés soit au trémail, soit à la palangre de fond ou encore avec l'arbalète. D'après le témoignage des pêcheurs, cette espèce est pêchée fréquemment sur les fonds mixtes, rocheux, sableux et au voisinage des herbiers à posidonie. Ce témoignage est d'ailleurs conforté par les travaux de Dieuzeide *et al.*, (1954) qui mentionnent que cette espèce est très fréquente sur les côtes algériennes par rapport à d'autres régions de la Méditerranée.

La présence accidentelle de *M. rubra*, *E. aeneus* et *E. caninus* (1%) dans nos prises peut être interprétée comme un signe de stabilité du peuplement ichthyologique des petits fonds de la zone d'étude, vue que ces espèces sont absentes carrément dans quelques endroits. Selon le témoignage des pêcheurs, les quantités débarquées de *M. rubra* sont généralement sporadiques et l'UICN lui a récemment conféré le statut de "Least Concern" dans la liste rouge des espèces de poissons marins de la Méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011). En raison de sa rareté par rapport aux autres Serranidae dans la zone d'étude, cette espèce mérite une attention toute particulière et une protection légale au risque de son extinction.

La diversité spécifique élevée des Serranidae en période estivale (juillet) coïncide avec la période de reproduction de la majorité des espèces de cette famille, comme c'est le cas d'*E. costae* (juin-septembre) et d'*E. marginatus* (juin- septembre d'après Kara et Derbal (1999) et mai-août d'après Bertoncini *et al.* (2003)), ce qui rend ces espèces plus vulnérables à l'action de l'activité de la pêche.

Le tableau 3 compare les tailles maximales des Serranidae dans différentes localités de la Méditerranée. Sur les côtes est de l'Algérie, la taille maximale des Serranidés est

généralement inférieure à celle rapportée par de nombreux auteurs (Bouain, 1986; Göthel, 1992; IGFA, 2001) dans les différentes régions de la Méditerranée.

Tableau 3. Comparaison des tailles maximales (en cm) des différentes espèces de Serranidae de Méditerranée (1: Présente étude; 2: Bouain, 1986; 3: Göthel, 1992 ; 4: Craig *et al.*, 2011 ; 5: IGFA, 2001).

Espèces	1	2	3	4	5
<i>Epinephelus marginatus</i>	103,8	89	150		
<i>Epinephelus costae</i>	84,6	64	140		
<i>Epinephelus caninus</i>	23,8	44		164	
<i>Epinephelus aeneus</i>	27,2	89			
<i>Mycteroperca rubra</i>	29,6				144

Les résultats obtenus sur les individus affectés montrent la présence de lésions externes (Tab. 2, Fig. 1). Les analyses cliniques et histologiques menées sur ces individus ont révélé un lien étroit entre la mortalité des mérus et des badèches dans le golfe d'Annaba causée par les betanodavirus. Ce comportement et les signes cliniques sont très semblables à ceux décrits par Marino et Azzurro, (2001), Munday *et al.* (2002) et Vendramin *et al.* (2013). Ces résultats suggèrent fortement que les mortalités de mérus ont été causées par des betanodavirus. Sur la base de ces résultats, nous signalons le premier cas d'infection par les betanodavirus sur les côtes algériennes (Kara *et al.*, 2014).

5. CONCLUSION

A partir des enquêtes menées au niveau des poissonneries de la ville d'Annaba et d'El Kala, réalisées durant un cycle annuel (juin 2011 et mai 2012), nous avons recensé un total de 2927 individus rattachés à 2 genres (*Epinephelus* et *Mycteroperca*) et 5 espèces (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus* et *M. rubra*). Ces espèces ont été déjà décrites par les travaux antérieurs aussi bien sur les côtes algériennes que dans l'ensemble du bassin méditerranéen, mais avec des proportions numériques qui diffèrent d'une aire géographique à une autre. Ces différences de la richesse spécifique ou des abondances sont attribuées à de nombreux facteurs, comme la stratégie et l'effort d'échantillonnage (méthodes d'inventaires destructives et non destructives) et les spécificités environnementales locales entre les rives nord et sud de la méditerranée (différences biogéographiques). L'action, parfois conjuguée, de ces facteurs peut biaiser fortement la diversité spécifique au sein d'une famille; d'ailleurs, ce problème est bien connu chez l'ensemble des peuplements ichtyologiques côtiers. Comparé à

d'autres espèces du genre *Epinephelus* ou *Mycteroperca*, la présence, quoique occasionnelle, des autres espèces *E. aeneus*, *E. caninus* et *M. rubra*, des espèces "Data Deficient" et "Near Threatened" selon l'UICN, mérite une attention toute particulière dans la zone d'étude.

Un échantillonnage plus serré et étalé dans le temps, en utilisant des méthodes de prélèvement différents mais complémentaires, permettrait non seulement de capturer plusieurs autres spécimens de mérus (*E. aeneus*, *E. caninus* et *M. rubra*) et d'autres espèces de Serranidae, mais éventuellement de mettre en évidence: (i) le rôle de nurserie de la zone d'étude pour cette famille, (ii) son maintien et sa durabilité dans le temps, (iii) la croissance favorable des alevins et des stades juvéniles, et enfin (iv) leur migration vers les habitats adultes.

CHAPÎTRE II:
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE
SUR LES ESPECES ETUDIEES:
CAS D'Epinephelus costae et de
Mycteroperca rubra

1. Systématique

Depuis le statut taxonomique original de la badèche *Serranus alexandrinus* donné par Valenciennes en 1828, et celle du mérrou royal *Epinephelus acutirostris* donné aussi par Valenciennes en 1828, la description nominale de ces deux espèces n'a pas cessé d'être actualisée par des synonymes valides selon des critères morphologiques précis. Le tableau 4 résume les différentes modifications apportées au statut taxonomique de la badèche *E. costae* et du mérrou royal *M. rubra* jusqu'à l'heure actuelle.

Tableau 4. Différents synonymes taxonomique d'*Epinephelus costae* et de *Mycteroperca rubra*.

Taxonomie d' <i>E. costae</i>	Auteurs	Taxonomie de <i>M. rubra</i>	Auteurs
<i>Serranus alexandrinus</i>	Valenciennes, 1828.	<i>Serranus nebulosus</i>	Valenciennes, 1828.
<i>Plectopoma fasciatus</i>	Costa, 1836.	<i>Serranus tinca</i>	Cantraine, 1835.
<i>Serranus costae</i>	Steindachhner, 1878.	<i>Cerna macrogenis</i>	Sassi, 1846.
<i>Serranus chrysotaenia</i>	Doderlein, 1882.	<i>Serranus armatus</i>	Osorio, 1895.
<i>Cerna catalonica</i>	Gibert, 1913.		
<i>Epinephelus zaslavskii</i>	Poll, 1949.		
<i>E. alexandrinus</i>	Non Valenciennes : plusieurs références (voir littérature ci-dessous).		
<i>E. costae</i>	Heemstra, 1991.		

Depuis 1985 jusqu'à la fin des années 1990, la littérature a utilisé la taxonomie *E. alexandrinus* pour cette espèce de badèche (Cadenat, 1939 et 1951; Torchio 1963; Bini 1968; Tortonese 1973, 1975 et 1986; Bianchi 1986; Bauchot, 1987; Manzoni, 1987; Bellemans *et al.*, 1988).

Dans cette étude, nous adopterons pour les deux espèces de badèches la taxonomie phylogénétique la plus récente proposée par Lecointre et Le Guyader (2007) (Tab. 5).

Tableau 5. Taxonomie phylogénique adoptée pour les deux espèces étudiées.

<i>Epinephelus costae</i>	<i>Mycteroperca rubra</i>
Règne: Animalia	Règne: Animalia
Embranchement: Chordata	Embranchement: Chordata
Sous-emb: Vertebrata	Sous-emb: Vertebrata
Super-classe: Osteichtyens	Super-classe: Osteichtyens
Classe: Actinopterygii	Classe: Actinopterygii
Infra-classe: Teleostei	Infra-classe: Teleostei
Super-ordre: Acanthopterygii	Super-ordre: Acanthopterygii
Ordre: Perciforma	Ordre: Perciforma
Famille: Serranidae	Famille: Serranidae
Sous-famille: Epinephelinae	Sous-famille: Epinephelinae
Genre: <i>Epinephelus</i>	Genre: <i>Mycteroperca</i>
Espèce: <i>costae</i>	Espèce: <i>rubra</i>

2. Synonymes et appellations vernaculaires

Selon Fischer *et al.* (1987), Heemstra et Randall (1993) et Weinberg (2013), la badèche *E. costae* est connue dans de nombreux pays sous des appellations différentes. Ces dernières varient d'un continent à un autre, d'une région à une autre et d'un pays à un autre:

- Algérie: Khoubaboun moukhattat ou Khoubaboun dahabi.
- Egypte: Wakar.
- Tunisie: Menani.
- France: Badèche franche, badèche dorée, abadèche, mérrou badèche, mérrou rayé, mérrou oriflamme, mérrou des sables.
- Italie: Cernia dorota ou Epinefelo.
- Espagne: Falso abadejo ou Falso abade.
- Portugal: Garoupa amarela ou Garoupa badejo.
- Angleterre: Goldblotch grouper, golden grouper, striped grouper.
- Allemagne: Spitzkopf-Zackenbarsch, Geistreifter-Zackenbarsch.

Tandis que pour *M. rubra*, elle est communément appelée :

- Grèce: Piga.
- Turquie: Tashanisi.
- Algérie: Khoubaboun malaki ou Khoubaboun ahmar.
- Senegal: Yaatënt.
- France: Badéche rouge ou mérrou royal.
- Italie: Cernia rossa ou ciaranna boccaccia.
- Espagne: Gitano, Abadejo ou Cuna negra.
- Portugal: Badejo ou Garoupa-chumbo.
- Angleterre: Comb grouper, mottled grouper.
- Allemagne: Gefleckter Zackenbarsch.

Au sein d'un même pays, les appellations vernaculaires diffèrent aussi d'une région à une autre. En Algérie, par exemple, la badèche *E. costae* est communément appelée (Djabali *et al.*, 1993):

- Alger: Abadeche ou Badécha.
- Beni-Saf: Bayajo.
- Ghazaouet et El Kala: Abadeche.
- Bejaia, Bouharoun et Annaba: Badèche.

Enfin, il est important de préciser que certains pêcheurs professionnels et sportifs confondent souvent entre les deux espèces de badèches habitant les côtes est-algérien en raison des grandes affinités morphologiques.

3. Critères de diagnose

Epinephelus costae peut atteindre 1 m de longueur totale (Dieuzeide *et al.*, 1954; Tortonèse, 1975), mais une taille exceptionnelle de 1,4 m est rapportée par Tortonèse (1986). En Méditerranée, sa taille commune est comprise entre 30 et 70 cm (Bauchot, 1987). Sur les côtes tunisiennes, *E. costae* pèse jusqu'à 9 kg (Bouain, 1980). Cette espèce a un corps assez allongé, modérément trapu. La bouche est légèrement protractile, grande, légèrement oblique. Les dents sont disposées en bandes villiformes sur les deux maxillaires. La nageoire dorsale est unique à 11 épines et 15 à 17 rayons mous. Les pectorales sont relativement plus courtes avec 18 à 19 rayons mous tandis que l'anale porte 3 épines et 8 rayons mous (Heemstra,

1991). La caudale est légèrement échancrée chez les adultes ($L_s > 40$ cm) et tronquée à droite chez les juvéniles (Heemstra et Randall, 1993). Environ 70 à 73 écailles recouvrent la ligne latérale d'une coloration brun-jaunâtre à brun sépia, avec une série de lignes longitudinales plus foncées sur le corps et 2 lignes sombres, obliques sur l'opercule, très nette chez les juvéniles, mais disparaissant chez les adultes (Tortonèse, 1975). Les grands spécimens sont plutôt gris-brun et peuvent présenter sur les flancs une plage dorée diffuse qui disparaît en période post-mortem (Fig. 2).



Figure 2. Morphologie externe de la badèche *Epinephelus costae* (source : <https://www.google.fr>).

La taille de *M. rubra* peut atteindre 75 cm (Heemstra et Randal 1993; Siau et Bouain 1994). Sur les côtes orientales de la Méditerranée, la longueur totale peut atteindre 83,5 cm et des spécimens mesurant jusqu'à 95 cm ont été même observés sur la base d'analyse de photographies sous-marines (Aronov et Gorev, 2008). Sa forme générale est allongée mais trapue, comprimée latéralement (Fig. 3). Le corps est recouvert d'écailles rugueuses, même sur la base des nageoires. Sa livrée est brune ou rouge foncé, plus ou moins marbrée de tons plus clairs. Les tons s'éclaircissent sur les flancs qui peuvent être marqués de lignes irrégulières et foncées. La nageoire dorsale est scindée en deux parties distinctes: des rayons épineux à l'avant et, des rayons souples à l'arrière. Ceux-ci sont plus hauts que les rayons épineux. La nageoire anale est allongée et dense avec 11 ou 12 rayons mous. Ces deux dernières caractéristiques sont une exception chez les mérour, ce qui permet de distinguer le mérour royal. La nageoire caudale se termine de façon pratiquement droite (concave). La silhouette est marquée par une mâchoire inférieure très proéminente (prognathisme). La tête est pointue. L'œil est petit et l'opercule est muni de trois épines. Dans la bouche, les dents s'alignent sur deux rangées (<http://doris.ffessm.fr>).



Figure 3. Morphologie externe de la badèche rouge *Mycteroperca rubra* (source : <https://www.google.fr.>).

4. Distribution géographique et habitat

L'aire zoogéographique de distribution d'*E. costae* couvre l'ensemble de la Méditerranée à l'Atlantique (Bauchot, 1987). Toutefois, cette espèce fréquente des biotopes différents comparés à d'autres *Epinephelus*. Elle est présente sur les côtes d'Italie, de France, d'Espagne, de la Tunisie, d'Algérie ainsi que le long des côtes Sud portugaises et des côtes Est de l'Afrique, du Maroc jusqu'au Sud de l'Angola (Heemstra et Randall, 1993). Maurin (1968) la signale sur les récifs coralliens du cap Blanc au Nord de la Mauritanie. Cette espèce est signalée également au cap Garajau, sur les côtes Sud de Madeira en Islande (Waschkewitz et Wirtz, 1990). En Méditerranée-Occidentale, la répartition zoogéographique de cette espèce est limitée vers le Nord par une ligne joignant approximativement Barcelone à Rome et passant par le Sud de la Corse (Tortonèse, 1986). La badèche est aussi indiquée sur les côtes orientales de Corse (Miniconi, 1989) et occidentales (Meinesz *et al.*, 1990; Miniconi *et al.*, 1990). Elle fréquente habituellement les fonds mixtes constitués de rochers et d'herbiers à posidonie (Heemstra et Randall, 1993; Derbal *et al.*, 2013), mais aussi les fonds sableux (Louisy *et al.*, 2007) et vaseux (Craig *et al.*, 2011), entre - 10 et - 300 m (Bauchot, 1987). Son comportement territorial (Neill, 1967), ne semble pas aussi structuré que celui d'*E. marginatus* (Chauvet et Francour, 1990), bien que le mode de vie en groupe soit volontiers adopté par cette espèce, en particulier chez les juvéniles qui occupent les aires littorales et qui ne cohabitent pas avec les adultes. Le comportement territorial d'*E. costae* varie suivant les saisons (recherche d'un gîte, rassemblement génétique). Selon Waschkewitz et Wirtz (1990), la badèche effectuerait des migrations catadromes (homing) en revenant chaque année du même site. Chauvet et Francour (1990), concluent que cette espèce effectue des migrations

saltatoires génétiques, mais sans pour autant que ces auteurs précisent leurs aires géographiques des frayères.

Mycteroperca rubra est présente dans le sud de la Méditerranée, le long des côtes marocaines (Collignon et Alloncle, 1973), algériennes (Dieuzeide *et al.*, 1954; Djabali *et al.*, 1993; Derbal et Kara, 2001), et plus rarement sur les côtes tunisiennes (Bouain, 1980), libanaises (Mouneimne, 1978), au nord de la Méditerranée (Arena et Bombace, 1970) et en mer Egée (Economidis, 1972-73). En Atlantique, il est signalé sur les côtes du Portugal, d'Angola, à Madère et au Maroc (Heemstra et Randall, 1993), et aussi à l'ouest de l'Atlantique, des Caraïbes au Brésil (Cervignon et Valasquez, 1966 ; Smith, 1971), dans la mer des Antilles (Thompson et Munro, 1978) et sur les côtes de Provence ou de Ligurie (Whitehead *et al.*, 1984). Le mérou royal est une espèce sédentaire et solitaire, vivant à proximité du littoral, à des profondeurs variant entre 15 et 100 m, même s'il est plus fréquent de le rencontrer dans la zone des - 50 m. Il affectionne les fonds rocheux au voisinage des prairies à phanérogames et peut aussi se satisfaire de fonds sableux (<http://doris.ffesm.fr>). Sur les côtes orientales de la Méditerranée, cette espèce est observée sur des fonds rocheux à moins de 40 m de profondeur (Aronov et Goren, 2008).

5. Alimentation

L'éthologie alimentaire des *Epinephelus* a été étudiée aussi bien en milieu naturel qu'en captivité. Toutefois, la majorité des travaux sur le régime alimentaire et le niveau trophique concernent essentiellement son congénère *E. marginatus* (Bruslé, 1985; Derbal et Kara, 1995; Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999; Renõnes *et al.*, 2002; Stergiou et Karpouzi, 2002). L'alimentation naturelle de la badèche *E. costae* est très peu connue (Neill, 1967; Tortonèse, 1986; Diatta *et al.*, 2003; Gracia López et Castelló-Orvay, 2005; Derbal *et al.*, 2007; Zaidi *et al.*, 2016). Il est admis que la badèche *E. costae*, comme tous les mérours, est un redoutable prédateur de par sa position en fin de chaîne trophique. Elle se diffère des autres *Epinephelus* par une ichtyophagie quasi exclusive (Tortonèse, 1986). Sur les côtes sénégalaises, *E. costae* a une préférence pour les décapodes et les poissons (Diatta *et al.*, 2003). L'alimentation, la prise de nourriture et l'ingestion de proies inerte ou vivantes ont été également étudiées en captivité chez les jeunes badèches *E. costae* (Glamuzina *et al.*, 2003) et les larves d'*E. aeneus* (Koven *et al.*, 2007).

Par contre, les informations sur l'alimentation naturelle de *M. rubra* sont très fragmentaires. Le mérou royal se nourrit principalement de mollusques céphalopodes et de

petits poissons (Freitas, 1992; Diatta *et al.*, 2003; Craig *et al.*, 2011). Sur les côtes orientales de la Méditerranée, on rapporte un régime presque exclusivement ichtyophage où le mérout royal se nourrit essentiellement de *Siganus* spp. une espèce invasive qui est originaire de la mer Rouge (Aronov et Goren, 2008).

6. Croissance

Les données sur les performances de la croissance des badèches sont rares aussi bien en captivité qu'en milieu naturel comparés à celles obtenues chez le mérout brun *E. marginatus* (Bruslé, 1985; Bouain, 1984; Kara et Derbal, 1995; Bouchereau *et al.*, 1999; Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999; Marino *et al.*, 2003 ; Fennessy, 2006; Pierre *et al.*, 2007; Renõnes *et al.*, 2007). Selon Heemstra et Randall (1993), la taille maximale d'*E. costae* atteindrait 80 cm, toutefois des longueurs totales de 100 cm (Dieuzeide *et al.*, 1954; Tortonèse, 1975) et de 140 cm sont exceptionnellement signalées (Tortonèse, 1986). Dans le golfe de Gabès, la longueur standard asymptotique d'*E. costae* est d'environ de 121 cm avec un taux de croissance (k) égal à 0,041 (Bouain, 1986). Au cours de cette dernière décennie, Glamuzina *et al.* (2003) ont étudié la croissance de jeunes badèches en captivité.

Concernant *M. rubra*, nous ne disposons que d'informations très fragmentaires sur sa croissance. Sur les côtes orientales de la Méditerranée, cette espèce mesure jusqu'à 83 cm où les males et les femelles peuvent atteindre des âges respectifs de 19 et 13 ans (Aronov et Goren, 2008). Cette espèce peut atteindre exceptionnellement une longueur totale de 144 cm pour un poids total de 49,7 kg (IGFA, 2001).

7. Reproduction

Comme chez ses congénères *E. aeneus* (Bruslé et Bruslé, 1976; Bouain et Siau, 1983) et *E. marginatus* (Marino *et al.*, 2001; Andrade *et al.*, 2003; Fennessy, 2006), *E. costae* est hermaphrodite protogyne (Vadiya, 1984). Sa période de reproduction est estivale, entre juillet et septembre sur les côtes italiennes (Sparta, 1935) et entre août et septembre en Tunisie (Bouain, 1980). Bouain et Siau (1983) soulignent que le potentiel de fécondité totale de cette espèce varie entre 630515 et 879038 œufs pour des femelles mesurant 31,5 et 46,5 cm de longueur standard. Le diamètre moyen des ovocytes mesurés chez des femelles sauvages est de 446 µm (Bouain et Siau, 1983), alors que Glamuzina *et al.* (2000) estiment que les ovocytes issus de pontes artificielles ont un diamètre compris entre 459 et 975 µm. En milieu contrôlé, l'éclosion dure 24 h 15 min et donne des larves mesurant entre 1,69 et 1,85 mm

(Glamuzina *et al.*, 2000). Selon Ait Ali *et al.* (2007), le taux d'ovocytes viables (diamètre: 860 - 900 μm) peut atteindre jusqu'à 59% en captivité. Certains travaux ont montré l'importance des mérours *Epinephelinae* en aquaculture (Annalie *et al.*, 2000) et les possibilités d'élevage d'*Epinephelus* (Gracia, 1996; Hassin *et al.*, 1997) ainsi que le succès plus au moins prometteur de la reproduction artificielle chez les espèces *E. marginatus* (Hassin *et al.*, 1997; Glamuzina *et al.*, 1998 a, b, c ; Bruzón, 2007), *E. aeneus* (Hossu et Salnur, 2007; Lupatsch et Kissil, 2007) et *E. costae* (Glamuzina et Skaramuca, 1999; Glamuzina *et al.*, 2001; Ait Ali *et al.*, 2007).

Mycteroperca rubra est aussi hermaphrodite protogyne et se reproduit au printemps en Méditerranée (Aronov et Goren, 2008). Selon Siau et Bouain (1993), la maturation sexuelle se situe à un âge d'environ 4 à 5 ans, ce qui correspond à une longueur totale de 27 à 32 cm. L'inversion sexuelle se situe à l'âge de 9 ans, soit une longueur totale de 53 cm (Siau et Bouain 1994). Sur les côtes israéliennes, les femelles sont matures 6 mois (2,5 ans) avant les mâles (3 ans) (Aronov et Goren, 2008).

8. Statut écologique et vulnérabilité

Malgré l'étendue de l'aire de répartition de la badèche *E. costae* et sa présence commune en Méditerranée au cours des années 70 (Craig *et al.*, 2011), cette espèce est considérée rare ou absente aussi bien en zones ouvertes non protégées (Moranta *et al.*, 2006; Louisy *et al.*, 2007; Bussotti et Guidetti, 2009; Azzurro *et al.*, 2010; Derbal *et al.*, 2013) qu'au sein des réserves marines (Arechavala-López *et al.*, 2008; Forcada *et al.*, 2008). D'ailleurs, les quantités débarquées de cette espèce sont généralement occasionnelles et l'UICN lui a récemment conféré le statut de "Data Deficient" dans la liste rouge des espèces de poissons marins de la Méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011). Sur les côtes algériennes, la badèche *E. costae*, au même titre qu'*E. marginatus*, est une proie très recherchée par les pêcheurs sportifs. D'ailleurs, le nombre croissant d'amateurs qui pratiquent la pêche et la vente illicites font augmenter sans cesse la pression de la pêche sans sélection de taille; cette situation étant favorisée bien évidemment par la disponibilité et la diversité des équipements de pêche sous-marine sur le marché. En Méditerranée, la vulnérabilité constatée chez les *Epinephelus*, notamment chez *E. costae* et *E. marginatus*, pourrait être due non seulement à l'effort de pêche et leur stratégie de reproduction (caractère hermaphrodite protogyne) mais aussi aux pathologies qui ont affectées mystérieusement les populations méditerranéennes (Vendramin *et al.*, 2013; Kara *et al.*, 2014).

Comparée à *E. costae*, la badèche *M. rubra* est répertoriée dans la catégorie des poissons marins à ‘‘préoccupation mineure’’ car elle est très répandue avec une gamme bathymétrique considérable et non pas spécifiquement visée par la pêche en raison de sa raréfaction. Il semblerait que les stocks de cette espèce sont actuellement en déclin significatif (Rocha *et al.*, 2008).

9. Intérêt économique

La badèche *E. costae* est connue non seulement pour sa qualité organoleptique et sa haute valeur commerciale (1000 à 1200 DA/kg à l’Est), mais pour son attrait pour le tourisme subaquatique, au même titre que le mérrou brun *E. marginatus* et le corb *Sciaena umbra*, deux espèces emblématiques et icônes des aires marines protégées (Harmelin, 2013). En aquaculture, cette espèce présente aussi un intérêt certain *via* les programmes de diversification des poissons d’élevage. Ces deux dernières décennies ont montré les possibilités de mise en captivité des Serranidae en général (Tucker, 1994; Barnabe, 1999; Annalie *et al.*, 2000) et des mérours *Epinephelus* en particulier (Gracia, 1996; Hassin *et al.*, 1997; Glamuzina *et al.*, 1998 a, b, c; Spedicato *et al.*, 1998; Spedicato et Boglione, 2000). Sur les 159 espèces de mérour qui peuplent surtout les eaux marines chaudes, une quinzaine fait l’objet d’élevage ou d’essais d’élevage notamment en Asie (Barnabé, 1999). En Croatie, Glamuzina *et al.* (2000) confirment même le succès de la reproduction artificielle et du développement embryonnaire et larvaire chez la badèche *E. costae*. Certains auteurs (Estudillo et Duray, 2003) se sont même intéressés aux conditions optimales de manutention des larves d’*Epinephelus* sp.

Dans les eaux atlanto-méditerranéennes et en mer Noire, les captures ne concernent que les mérours *E. aeneus* et *E. marginatus* dont la production en 1990 est estimée respectivement à 2583 et 4569 tonnes (Heemstra et Randall, 1993). Au Sud du bassin méditerranéen, les mérours sont exploités par la pêche professionnelle surtout artisanale (Bauchot, 1987). Sur les côtes algériennes, les captures de mérours et de badèches concernent essentiellement *E. marginatus*, *E. costae* et accessoirement *M. rubra*. Les statistiques de production de ces espèces sont généralement absentes aussi bien à l’échelle nationale que locale. La DPRH (= Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques) ne dispose d’aucune information précise sur l’effort de pêche et les captures. Nous pouvons seulement constater que la pêche de ces deux espèces est étalée sur l’année en fonction de l’état de la

mer avec une fréquence des prises relativement plus élevée en période printanière et estivale, de manière artisanale (palangre, filets maillants) et sportive (arbalète, traîne).

CHAPÎTRE III : MORPHOMÉTRIE

1. INTRODUCTION

L'objet le plus classique de la biométrie est de permettre de distinguer au sein d'une même population des différences, soit spécifiques, soit au sein d'une même espèce, des sous-espèces ou groupements raciaux, sur la base de critères morphométriques et méristiques. Du point de vue halieutique ou dans une perspective d'élevage d'organismes marins, l'identification des stocks au sein d'une espèce est un préalable majeur à la connaissance de la biologie et de la dynamique des populations. Ces critères morphologiques responsables de la plasticité phénotypique chez les poissons (Sain et Foote, 1999), sont liés à l'influence des facteurs environnementaux comme la salinité, la lumière, l'oxygène dissous, la température (Ali et Lindsey, 1974; Beacham, 1990) et l'alimentation (disponibilité de la nourriture, type d'aliment) qui affecte en particulier la plasticité méristique (Meyer, 1990; Robinson et Wilson, 1995; Day et Mcphail, 1996).

Malgré le remplacement des critères biologiques, morphométriques et méristiques par des techniques analytiques plus performantes comme l'électrophorèse enzymatique et l'analyse allozymique, qui apporte des informations précises dans la discrimination des stocks habitant la même aire géographique ou des écosystèmes différents (exemple: mer et lagune), comme c'est le cas chez le bar *Dicentrarchus labrax* (Allegrucci *et al.*, 1997; Castilho et Andrew, 1998; Lemaire *et al.*, 2000), l'utilisation des caractères morphologiques restent toujours valables pour déterminer la divergence génétique des poissons (Kara et Frehi, 1997; Chaoui *et al.*, 200; Benchalel et Kara, 2010).

Dans le cas présent, la biométrie a été étudiée afin de caractériser la morphologie des badèches les plus communes sur les côtes de l'Est d'Algérie, à savoir *E. costae* et *M. rubra*. Chez les mérours du genre *Epinephelus* ou *Mycteroperca*, les relations morphométriques ont fait l'objet d'un certain nombre d'études succinctes dans différentes régions de la Méditerranée (Cadenat, 1935; Dieuzeide et Coll., 1954; Smith, 1971 ; Collignon et Aloncle., 1973; Mouneimne, 1978; Wadie *et al.*, 1985; Ghafir et Guerrab, 1992 ; Kara et Derbal., 1995 ; Goarant, 1998; Kara et Derbal., 1998) .

Cette étude a pour objectif de caractériser les populations d'*E. costae* et de *M. rubra* du golfe d'Annaba a travers la morphologie (critères métriques et numériques) et de rechercher éventuellement l'existence de différences morphométriques entre les sexes ou au cours du développement ontogénétique.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Provenance des échantillons

Un total de 304 badéches, dont 275 *E. costae* ($20,5 \leq Lt \leq 79,9$ cm; $115,89 \leq Wt \leq 5661,13$ g) et 29 *M. rubra* ($21,3 \leq Lt \leq 29,7$ cm; $114,05 \leq Pt \leq 287,11$ g), ont été traitées entre mars 2011 et février 2012. Les échantillons proviennent tous de la pêche artisanale et récréative exercées dans le golfe d'Annaba (cap de Garde: $36^{\circ}58'11.18''N-7^{\circ}47'31.08''$ – cap Rosa: $36^{\circ}56'55.84''N-8^{\circ}14'27.74''$) au moyen de filets maillants, palangres et arbalètes, entre mars 2011 et février 2012.

2.2. Critères numériques

Les caractères numériques étudiés sont le nombre de branchiospines (inférieures et supérieures) situées sur le premier arc branchial gauche, le nombre d'écailles sur la ligne latérale et le nombre de rayons durs et mous des nageoires dorsale et anale (formule radiaire).

Le nombre de branchiospines est déterminé à l'œil nu chez les adultes et sous une loupe binoculaire chez les jeunes individus. Pour qu'elle soit prise en considération, une branchiospine doit être capable de retenir une aiguille appuyée le long de l'arc branchial.

Les limites de comptage des écailles de la ligne latérale sont comprises entre la base de la bordure operculaire et la limite de la partie charnue du pédoncule caudal (limite de la mesure de la longueur standard).

Les rayons durs se distinguent aisément des rayons mous par leur structure très ossifiée et pointue à leur extrémité distale. Pour éviter toute erreur de comptage, les rayons mous sont comptés à partir de leur base.

Afin de déceler d'éventuelles différences au niveau des caractères numériques en fonction des sexes et entre les individus immatures et matures, nous avons effectué une analyse statistique (test "t" de Student à 2 échantillons) en utilisant le programme Minitab 15 (Anonyme, 2004).

2.3. Caractères métriques

Un total de seize caractères métriques a été utilisé pour décrire la morphologie d'*E. costae* et de *M. rubra* (Fig. 4): la longueur totale (Lt); la longueur standard (Ls); la longueur à la fourche (Lf); la longueur pré-pectorale (LPp); la longueur post-pectorale (LPP); le diamètre de l'oeil (Do); la longueur pré-orbitaire (Lpo); la longueur post-orbitaire (LPo); la hauteur du corps (Hc); la hauteur du pédoncule caudale (Hpc); l'épaisseur du corps (Ec); la longueur pré-

dorsale (Lpd); la longueur pré-anale (Lpa); la longueur du maxillaire (Lmax); l'espace inter-orbitaire (Dio) et la longueur céphalique (Lc). Les mesures ont été effectuées au millimètre près à l'aide d'un ichtyomètre. La hauteur et l'épaisseur du corps et l'espace inter-orbitaires ont été mesurés avec un compas à pointes sèches. Toutes les autres mesures ont été réalisées au moyen d'une règle en plexiglas graduée, le repérage des points limites se faisant par transparence. L'étude morphologique a été effectuée chez la population totale (N = 275 *E. costae*; N = 29 *M. rubra*), entre les deux sexes et en fonction de l'état de maturité des individus.

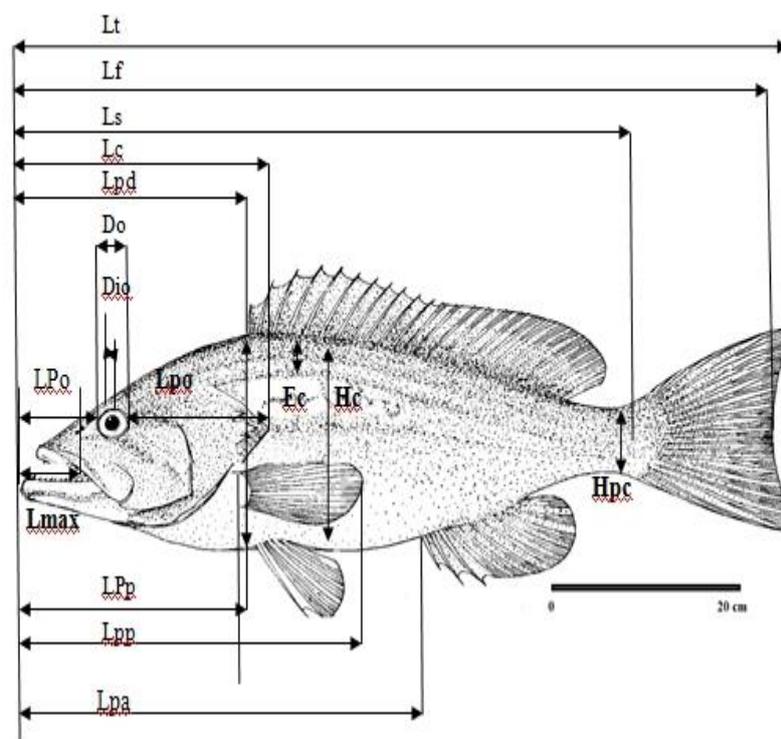


Figure 4. Différentes mensurations prises sur les deux espèces de badèches *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra*. Lt: longueur totale, Lf: Longueur a la fourche, Ls: longueur standard, Lc: longueur céphalique, Lpa: longueur pré-anale, Lpd: longueur pré-dorsale, Lpp: longueur pré-pectorale, Lpp: longueur post-pectorale, Do: diamètre orbitaire, Dio: Diamètre inter-orbitaire, Lpo: longueur pré-orbitaire, Lpo: longueur post-orbitaire, Hc: hauteur du corps, Ec: épaisseur du corps, Hpc: hauteur du pédoncule caudale, Lmax: longueur du maxillaire.

2.4. Analyses statistiques

Pour les paramètres numériques, nous avons déterminé le mode, le nombre moyen et les valeurs limites. Pour caractériser la morphologie des badèches du golfe d'Annaba, les

différentes parties mesurées du corps ont été exprimées en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique. Etant donné les variations de certains de ces rapports au cours du développement ontogénique du poisson, et afin de mettre en évidence de manière plus expressive les changements relatifs de ces dimensions, nous avons utilisé la méthode des moindres rectangles (axe majeur réduit) de Tessier (1948), elle s'écrit de la manière suivante:

$$Y = bX + a$$

avec:

b : pente de la droite.

a: ordonné à l'origine.

X et Y: dimensions mesurées sur un même individu.

Le coefficient de corrélation "r" est calculé et le type d'allométrie est déterminé en utilisant le test "t" de STUDENT (Dagnelie, 1975) qui s'écrit de la manière suivante :

$$t_{obs} = \frac{\left(|b^2 - b_o^2| \cdot \sqrt{n-2} \right)}{\left(2b \cdot b_o \sqrt{1-r^2} \right)}$$

où:

n: nombre de couples de données.

r: coefficient de corrélation.

b: coefficient d'allométrie (pente).

La valeur de t_{obs} est comparée à celle de "t" théo: $t_{1-\alpha/2}$ (donnée par la table de Student) où α représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5 % pour $n - 2$ degré de liberté. Deux cas peuvent se présenter:

1. Si $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$: on accepte l'hypothèse, la différence n'est pas significative et $b = 1$, il y a donc une isométrie entre les deux paramètres étudiés.
2. Si $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$: on rejette l'hypothèse, la différence est significative entre la pente et la valeur théorique, il y a donc une allométrieminorante (négative), si $b < 1$, ou allométriemajorante (positive), si $b > 1$.

2.5. Dimorphisme sexuel

Pour déceler un éventuel dimorphisme sexuel, nous avons comparé pour chaque caractère les équations des droites de régression entre les deux sexes. Pour cela, nous avons utilisé le test "t" de Student adapté aux axes majeurs réduits (Mayrat, 1959). On compare tout d'abord les pentes des deux axes en comparant une différence à son erreur standard :

$$tpe = \frac{a_1 - a_2}{\sqrt{Var(a_1 - a_2)}} \text{ à } (n - 4) \text{ ddl,}$$

où:

a_1 et a_2 : pentes des deux droites.

n : nombre total de couples.

Si la différence de pente n'est pas significative, on compare alors la position des deux droites expérimentales par deux "droites auxiliaires" parallèles passant par les centres de gravité des échantillons mais de pente intermédiaire commune. On calcule une variance commune autour de ces parallèles ; il s'agit d'une régression combinée " t_{po} ":

$$t_{po} = \frac{Y_{1P} - Y_{2P}}{\sqrt{Var(Y_{1P} - Y_{2P})}} = \frac{|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| - a_p(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{S^2 y_p \left[\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \times \left(\frac{2}{1 + R_p} \right) + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{NS^2 X_p} \right]}} \text{ où :}$$

$\bar{Y}_{1P} - \bar{Y}_{2P}$: distance entre les droites auxiliaires.

\bar{Y}_1 et \bar{Y}_2 : moyenne des Y des droites expérimentales.

\bar{X}_1 et \bar{X}_2 : Moyenne des X des deux droites expérimentales.

a_p : Pente de la droite auxiliaire.

R_p : Coefficient de corrélation moyen.

$\frac{1}{n_1}(S^2 Y_p)$ et $\frac{1}{n_2}(S^2 Y_p)$: variance de $\bar{Y}_{1P} - \bar{Y}_{2P}$ considérées comme moyennes de $Y_{1P} - Y_{2P}$.

$NS^2 X_p$: Covariance des X_p .

N : nombre total de couples.

Avant d'effectuer l'analyse statistique, il été nécessaire aussi de contrôler la validité de l'hypothèse d'égalité des variances résiduelles :

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

Ce test s'écrit de la manière suivante :

$$F_{obs} = \frac{\sigma^2 \max}{\sigma^2 \min} \text{ dont } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1^2 = \frac{SCE_{yx_1}}{n_1 - 1} \\ \sigma_2^2 = \frac{SCE_{yx_2}}{n_2 - 1} \end{array} \right.$$

L'hypothèse d'égalité des variances résiduelles doit être rejetée au niveau α lorsque :

$$F_{obs} \geq F_{1-\frac{\alpha}{2}} \text{ Pour } \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,05 \\ K_1 = (n_1 - 1)ddl \\ K_2 = (n_2 - 1)ddl \end{array} \right.$$

SCE_{yx_1} : somme des carrées des écarts du premier échantillon.

SCE_{yx_2} : somme des carrées des écarts du deuxième échantillon.

n_1 : effectif total de premier échantillon.

n_2 : effectif total du deuxième échantillon.

3. RÉSULTATS

Les caractères numériques et métriques ont été déterminés sur un échantillon de 275 spécimens ($20,5 \leq Lt \leq 79,79$ cm) d'*Epinephelus costae* et de 29 individus de *Mycteroperca rubra* ($21,3 \leq Lt \leq 29,7$ cm).

3.1. Caractères numériques

L'analyse des caractères numériques de la population totale d'*E. costae* (Tab. 6) montre que le nombre moyen d'écaïlles à la ligne latérale est de $102,63 \pm 3,65$ avec des valeurs individuelles comprises entre 84 et 110 écaïlles (mode = 104 écaïlles). Le nombre de branchiospines inférieures et supérieures varie respectivement entre 14 à 17 (moyenne = $15,76 \pm 0,57$; mode = 16) et entre 7 et 9 (moyenne = $8,69 \pm 0,54$; mode = 9). Les nageoires dorsales comportent 10 à 11 rayons durs (moyenne = $10,945 \pm 0,22$; mode = 11) et 15 à 17 rayons mous (mode = 17; moyenne = $16,65 \pm 0,53$). Quand aux nageoires anales, elles comportent 3 rayons durs (mode = 3; moyenne = 3) et 7 à 9 (mode = 9; moyenne = $8,713 \pm 0,514$) (voir les tableaux I, II, III, IV et V en annexe).

Pour ce qui est du mérour royal *Mycteroperca rubra*, le nombre moyen d'écailles de la ligne latérale est de $71,03 \pm 1,61$ (min = 68; max = 74; mode = 70). Le nombre de branchiospines inférieures et supérieures varie respectivement entre 28 à 31 (moyenne = $29,66 \pm 1,17$; mode = 31) et entre 16 et 18 (moyenne = $16,93 \pm 0,88$; mode = 16) (voir tableau VI en annexe).

L'analyse statistique sur l'ensemble des caractères numériques chez *E. costae* a montré qu'il n'existait aucune différence significative quelque soit le sexe et le stade de maturité des poissons (Tab. 6). Néanmoins, le nombre d'écailles de la ligne latérale diffère ($t_{\text{obs}} = 0,03$; $P < 0,05$) entre les individus matures et immatures (105 et 99 respectivement) et entre ($t_{\text{obs}} = -9,43$; $P < 0,05$) les mâles et femelles (106 et 103 respectivement).

Tableau 6. Comparaison statistique (test t de Student) des paramètres numériques d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (C.N : caractères numériques ; t_{obs} : t observé ; $P > 0,05$: n.s : non significative).

C.N	Comparaison entre femelles et mâles			Comparaison entre matures et immatures		
	t_{obs}	P	Signification	t_{obs}	P	Signification
BI	-1,92	0,062	n.s	-1,37	0,174	n.s
BS	-1,09	0,282		0,03	0,978	
NELL	-9,43	0,000		-7,00	0,000	
NRDD	0,30	0,776		-0,83	0,408	
NRMD	-1,38	0,175		-1,53	0,134	
NRMA	-4,74	0,000		-2,59	0,011	
NRDA	identique	/		identique	/	

Chez la population totale de *M. rubra*, le nombre moyen d'écailles est de $71,03 \pm 1,61$, avec des valeurs limites évoluant entre 68 et 74 écailles (mode = 70 écailles). A l'inverse d'*E. costae*, les valeurs sont plus élevées pour le nombre de branchiospines inférieures (moyenne = $29,66 \pm 1,17$; limites = 28 - 31; mode = 28) et supérieures (moyenne = $16,93 \pm 0,88$; limites = 16-18; mode = 31). Les nageoires dorsales comportent 11 rayons durs (moyenne = 11; mode = 11) et 15 à 17 rayons mous (mode = 17; moyenne = $16,41 \pm 0,87$). Les nageoires anales comportent 3 rayons durs (mode = 3; moyenne = 3) et 11 ou 12 rayons mous (mode = 12; moyenne = $11,62 \pm 0,49$).

La comparaison statistique des caractères numériques chez les mérours royaux *M. rubra*, n'a pas pu être effectuée, faute d'absence des individus femelles, mâles et mâtures.

La figure 5 représente les valeurs moyennes des caractères numériques chez *E. costae* et *M. rubra* du golfe d'Annaba. Les tableaux I, II, III, IV, V et VI (en annexe) regroupent l'ensemble des données de ces caractères numériques chez ces deux espèces.

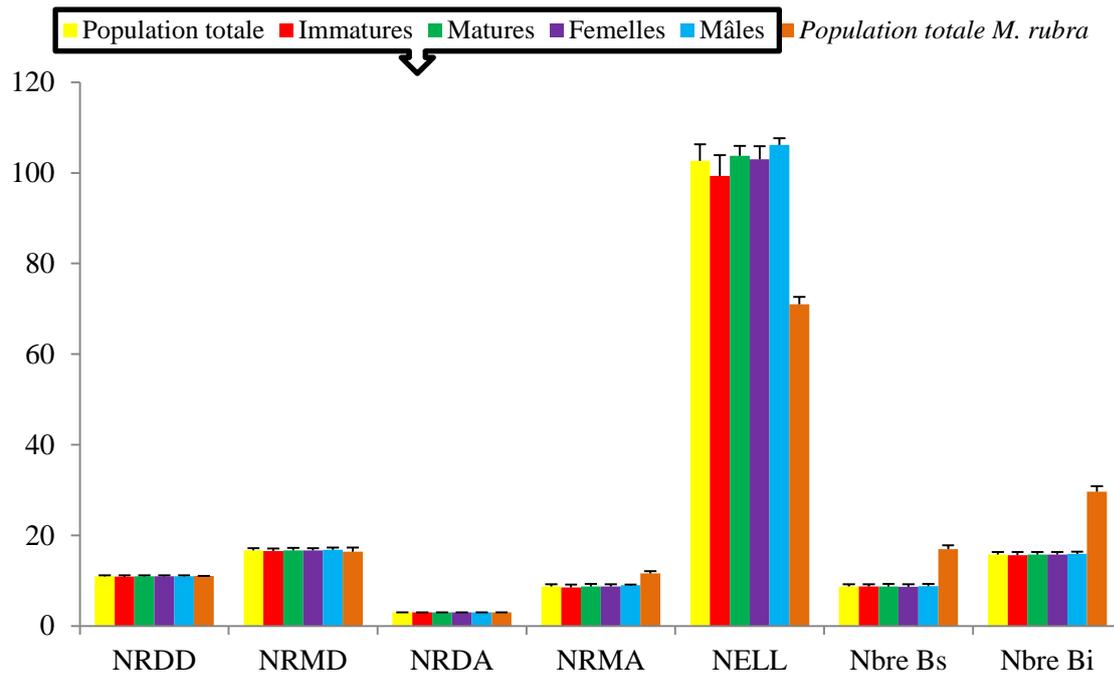


Figure 5. Valeurs moyennes des caractères numériques chez *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra* des côtes est algériennes. B.I, B.S : Branchiospines inférieures et supérieures, N.E.L.L : Nombre d'écailles de la ligne latérale, RDND, RMND : Rayons durs et mous de la nageoire dorsale, RDNA, RMNA : Rayons durs et mous de la nageoire anale.

3.2. Caractères métriques

Les équations de conversion des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lc) et leurs coefficients de corrélation sont consignées dans les figures 6 à 10 et les tableaux VII à XI (en annexe) pour *E. costae*, et dans la figure 11 et le tableau XII (en annexe) pour *M. rubra*.

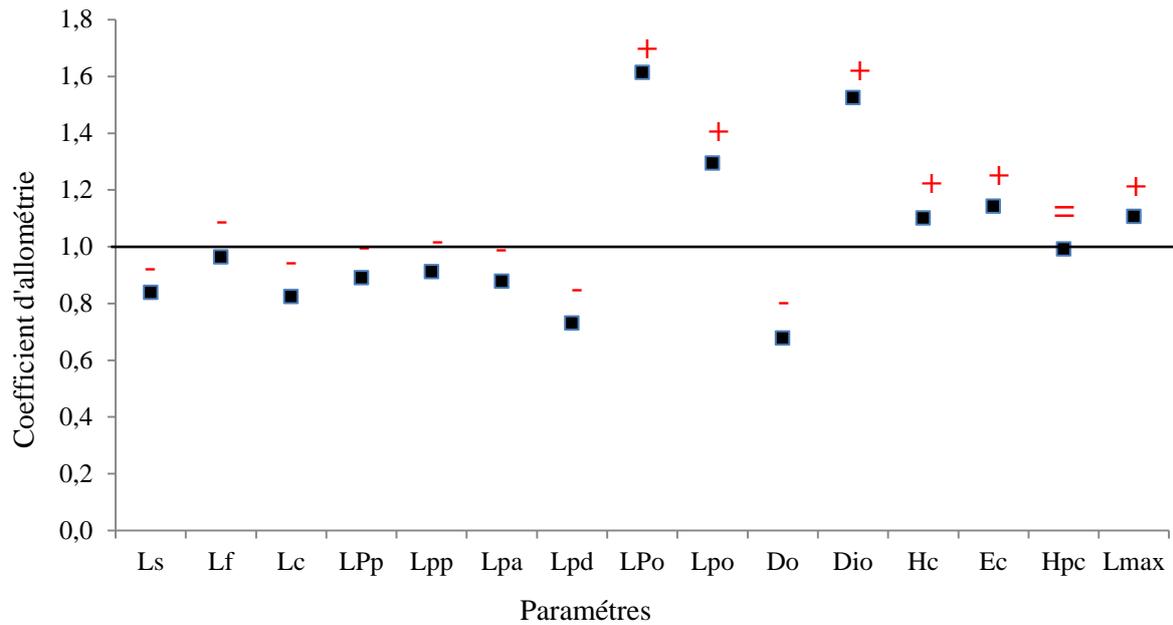


Figure 6. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (+: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

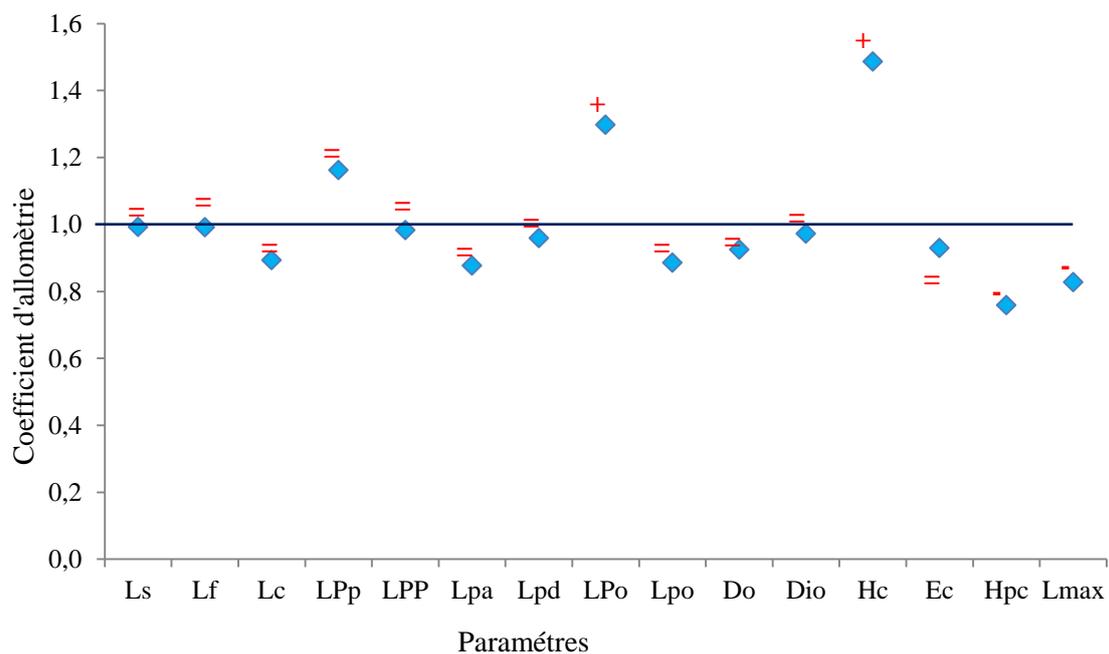


Figure 7. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (+: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

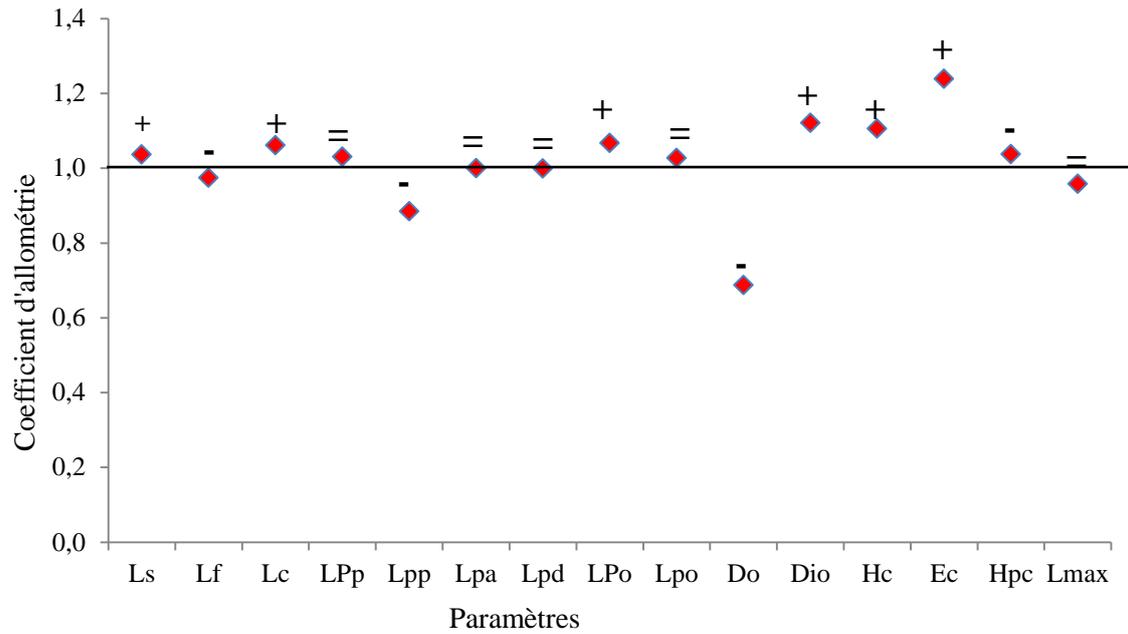


Figure 8. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les femelles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (+: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

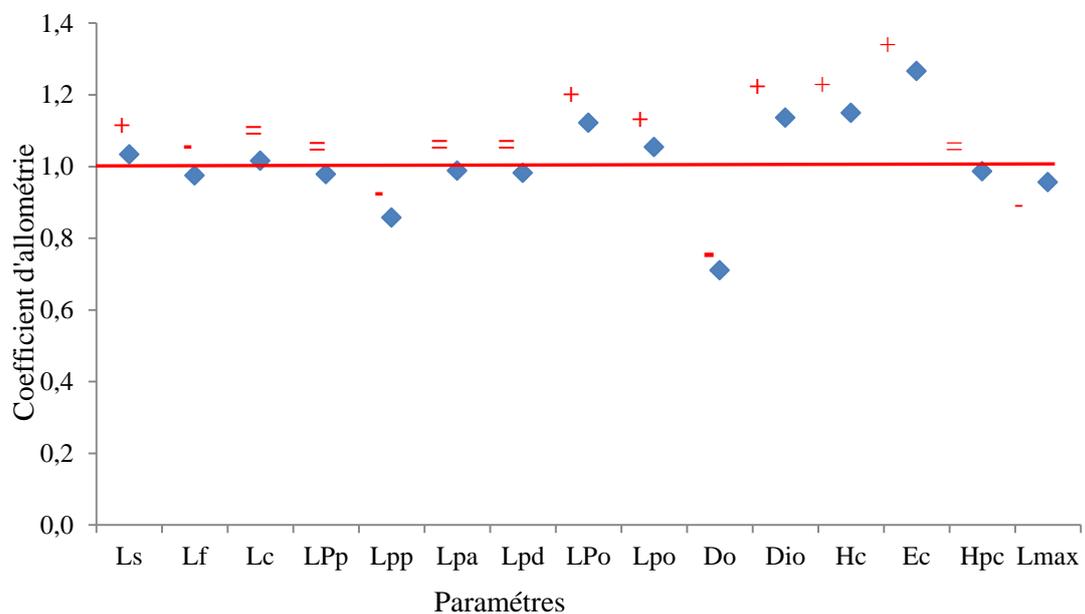


Figure 9. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les individus mâtures d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (=: isométrie ; +: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

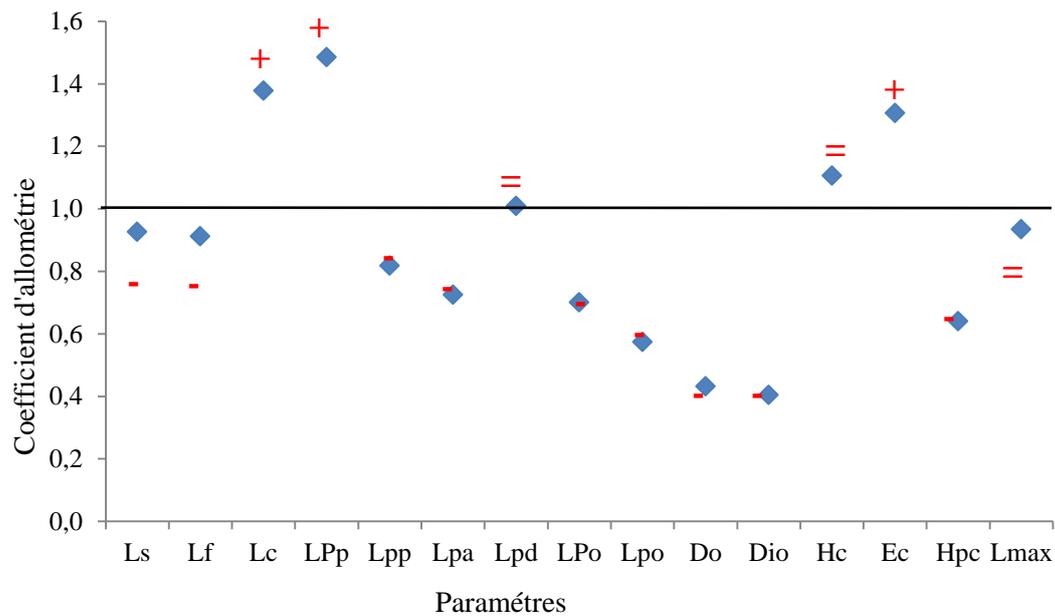


Figure 10. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez les individus immatures d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. (+: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

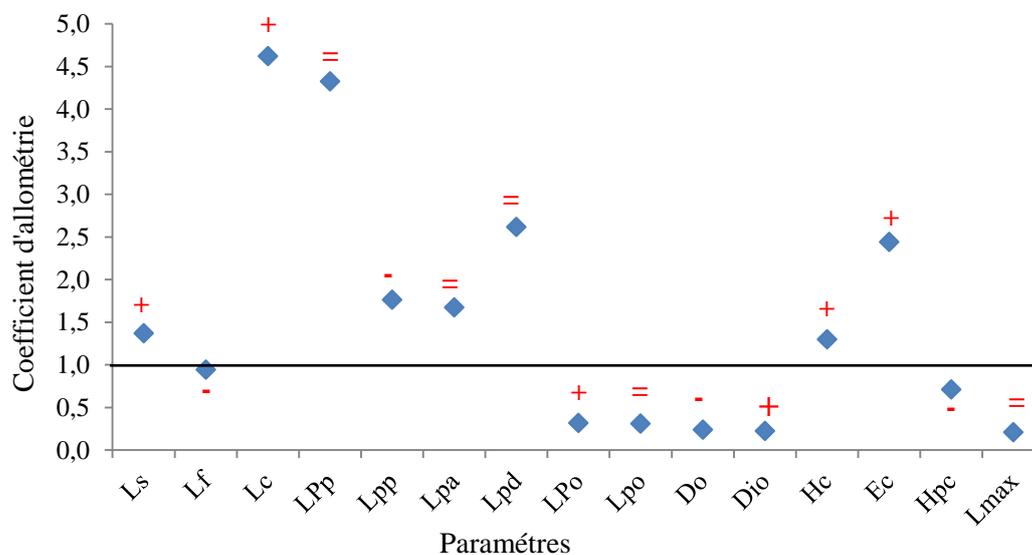


Figure 11. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale de *Mycteroperca rubra* des côtes est de l'Algérie. (+: allométrie majorante, -: allométrie minorante).

D'une manière générale, tous les paramètres mesurés chez *E. costae* sont très hautement corrélés ($0,747 \leq r \leq 0,991$; $p \leq 0,001$) à la longueur totale (Lt) ou à la longueur céphalique (Lc). La plus faible corrélation est celle qui lie la hauteur du pédoncule caudale à

la longueur totale pour la population totale, les femelles, les individus matures et immatures, tandis que cette faible valeur est observée entre la longueur pré-pectorale et la longueur totale pour les mâles.

Chez la population totale, l'isométrie de croissance concerne un seul caractère : Hpc/Lt (Fig. 6; Tab. VII en annexe). Une allométrie majorante est mise en évidence dans six cas : Ec/Lt, Hc/Lt, Lpo/Lc, Lpo/Lc, Dio/Lc, Lmax/Lc, alors que l'allométrie minorante est vérifiée dans huit cas : Ls/Lt, Lf/Lt, Lc/Lt, Lpa/Lt, Lpd/Lt, Lpp/Lt, Lpp/Lt, Do/Lc).

Chez les mâles, les différents caractères métriques étudiés sont significativement corrélés à la longueur totale (Lt) ou à la longueur céphalique (Lc) du poisson ($0,709 \leq r \leq 0,999$; $p \leq 0,001$). Chez ces derniers, onze cas présentent une croissance isométrique (longueurs : standard, à la fourche, céphalique, pré-dorsale, pré-pectorale, post-pectorale et pré-anale, l'épaisseur du corps/Lt ; longueur post-orbitaire, diamètre de l'œil et diamètre inter-orbitaire/Lc), deux caractères présentent une allométrie minorante (Hpc/Lt; L_{\max}/Lc) et deux allométries majorantes sont observées pour la longueur pré-orbitaire et la hauteur du corps (Fig. 7; Tab. VIII en annexe).

Chez les femelles, nous notons cinq cas d'isométrie: les pré-pectorale, pré-anale et pré-dorsale, post-orbitaire et la longueur du maxillaire. L'allométrie des autres dimensions est majorante, à l'exception de Lf/Lc, Lpp/Lt, Do/Lc et Hpc/Lt qui ont une croissance allométrique minorante (Fig. 8; Tab IX en annexe).

Chez les individus matures, tous les paramètres mesurés sont très hautement corrélés ($0,881 \leq r \leq 0,999$; $p \leq 0,001$) à Lt ou à Lc. La figure 9 et le tableau X (en annexe), montrent que la croissance morphométrique des individus matures est minorante pour les longueurs à la fourche, pré-pectorale, longueur du maxillaire et le diamètre de l'œil tandis qu'elle est majorante pour les longueurs standard, pré-orbitaire, post-orbitaire, la hauteur du corps, l'épaisseur du corps et le diamètre inter-orbitaire. Le cas d'isométrie n'est observé que pour les longueurs céphalique, pré-pectorale, pré-anale, pré-dorsale et la hauteur du pédoncule caudale (Fig. 9; Tab X en annexe).

Chez les individus immatures, tous les paramètres mesurés sont très hautement corrélés ($0,702 \leq r \leq 0,997$; $p \leq 0,001$) à Lt ou Lc. Les longueurs standard, à la fourche, post-pectorale (Lpp), pré-anale (Lpa), pré-orbitaire (Lpo), post-orbitaire (Lpo), les diamètres inter-orbitaire (Dio) et orbitaire (Do) et la hauteur du pédoncule caudale présentent une allométrie minorante par rapport à la Lt ou Lc. Les longueurs céphalique, pré-pectorale et l'épaisseur du corps présentent des allométries majorantes par rapport à Lt. Le cas d'isométrie

est observé pour les longueurs pré-dorsale et du maxillaire ainsi que la hauteur du corps (Fig. 10; Tab. XI en annexe).

Chez la population globale de *M. rubra*, tous les paramètres mesurés sont très hautement corrélés ($0,564 \leq r \leq 0,999$; $p \leq 0,001$) à Lt ou Lc. Les longueurs à la fourche, pré-orbitaire (LPo), post-orbitaire (Lpo), les diamètres inter-orbitaire (Dio) et orbitaire (Do), la longueur du maxillaire (Lmax) et la hauteur du pédoncule caudale présentent une allométrieminorante par rapport à Lt ou Lc. Les longueurs standard (Ls), céphalique (Lc), pré-pectorale (LPP), post-pectorale (Lpp), pré-anale (Lpa), pré-dorsale (Lpd), la hauteur (Hc) et l'épaisseur du corps (Ec) présentent des allométries majorantes par rapport à Lt. Aucun cas d'isométrie n'est observée (Fig. 11; Tab. XII en annexe).

3.3. Dimorphisme sexuel

L'égalité des variances résiduelles entre les sexes séparés (mâles et femelles) est confirmée par le test F (Tab. XIII, annexe).

Le test "tpe" a montré l'existence de différences significatives ($p \leq 0,05$) entre les pentes des droites de régression chez les mâles et les femelles (Tab. XIII, annexe) pour les paramètres suivants: Lf, Lc, Do, Hc, Ec, et Hpc. Cependant, les valeurs de "tpo" ont montré que les positions de ces droites sont significativement différentes ($p \leq 0,05$) dans le cas de ces paramètres: LPP, Lpa, Dio et Lmax (Tab. XIII, annexe). En effet, ils ont mis en évidence l'existence d'un dimorphisme sexuel chez *E. costae* des côtes est de l'Algérie.

4. DISCUSSION

Les caractères numériques d'*E. costae* et de *M. rubra* du golfe d'Annaba ne présentent aucune amplitude de variations. Le tableau 6 compare les principaux caractères numériques chez ces deux espèces dans différentes localités de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Globalement, On observe que les valeurs moyennes et les modes des différents paramètres numériques des deux espèces ne diffèrent guère aussi bien chez les populations atlantiques que méditerranéennes.

Tableau 6. Comparaison des valeurs des caractères numériques chez les populations atlantiques et méditerranéennes d'*Epinephelus costae* et de *Mycteroperca rubra*. LL: ligne latérale, ND: nageoire dorsale, NA: nageoire anale.

Zones d'étude	Atlantique		Méditerranée			
	<i>M. rubra</i>	<i>E. costae</i>	Tunisie		Algérie	
			<i>M. rubra</i>	<i>E. costae</i>	<i>M. rubra</i>	<i>E. costae</i>
Branchiospines inférieures	41-47	22-26	41-47	22-26	28-31	14-17
Branchiospines supérieures					16-18	7-9
Ecailles de la LL	-	-	-	-	68-74	84-110
Rayons durs de la ND	11	11	11	11	11-11	10-11
Rayons mous de la ND	15-17	15-17	16-17	15-17	15-17	15-17
Rayons durs de la NA	3	3	3	3	3	3
Rayons mous de la NA	10-12	7-8	11-12	7-9	11-11	7-9
Auteurs	Smith, 1971	Mouneimne, 1978	Bouain, 1984		Présente étude	

Chez *E. costae*, le nombre d'écailles de la ligne latérale est le caractère numérique le plus étendu sur nos côtes (84 - 110). Sur les côtes tunisiennes, Heemstra et Randall (1993) rapportent des valeurs relativement plus faibles, comprises entre 69 et 75. Par contre, le nombre de rayons durs et mous de la nageoire dorsale est identique à celui trouvé par Bouain, (1984) en Tunisie et Mouneimne (1978) sur les côtes libanaises. Il en est de même pour la formule radiale anale (3/7-9) et le nombre de branchiospines (21-26) qui sont très proches où égales à celles rapportées par la littérature en Méditerranée ou en Atlantique (3/7- 8 ; 22-26, respectivement). Par contre, le nombre de vertèbres est considéré comme un caractère constant (24) quelque soit la zone d'étude.

Chez *M. rubra*, aucun caractère ne semble varié numériquement d'une manière significative. Hormis, le nombre d'écailles de la ligne latérale qui n'est rapporté par aucune étude aussi bien dans le bassin méditerranéen qu'atlantique, les valeurs des autres paramètres numériques semblent être très voisines. La légère différence du nombre total de branchiospines observé entre les populations méditerranéennes et de atlantiques (amplitude : 5 – 6 branchiospines) et certainement due à la méthodologie de comptage de ces structures ossifiées sur l'arc branchial qui pourrait être différente d'un auteur à un autre. Dans notre cas, une branchiospine n'est comptabilisée que lorsqu'elle est capable de retenir une aiguille appuyée le long de l'arc branchial. Le nombre de vertèbres est invariable quelle soit l'origine géographique des échantillons. D'une manière générale, ce caractère est considéré comme constant chez l'ensemble des Perciformes (Barnabé, 1973).

Cependant, la morphologie seule ne peut se prétendre conduire à une certitude absolue des résultats dans tous les cas, puisque pour chaque espèce, la probabilité n'est pas nulle de rencontrer des individus dont les caractères s'écartent des valeurs limites propre à l'espèce considérée. Des disparités observées au niveau des caractères numériques, comme c'est le cas du nombre de branchiospines, des écailles de la ligne latérale ou des rayons des nageoires, peuvent être dues à la méthodologie (limites de comptage) qui n'est pas toujours précisée dans la littérature.

Les paramètres métriques mesurés chez la population totale d'*E. costae* du golfe d'Annaba sont significativement corrélés à la longueur totale (Lt) où à la longueur céphalique (Lc). Le mode de croissance des différentes parties du corps de la badéche *E. costae* du golfe d'Annaba diffère de celui d'*E. costae* décrit par Bouain (1984) sur les côtes tunisiennes. Dans cette présente étude, six paramètres présentent une allométrie majorante (croient plus rapidement que la longueur totale et/ou la longueur céphalique), huit paramètres présentent une allométrie minorante, tandis que seule la hauteur du pédoncule caudale présente une isométrie de croissance par rapport à la longueur totale. La longueur céphalique dans la présente étude montre une allométrie minorante par rapport à la longueur totale, alors que sur les côtes tunisiennes elle présente une isométrie de croissance. Quant au diamètre orbitaire, que ce soit sur les côtes algériennes ou tunisiennes, il représente 6 à 8 fois la longueur céphalique. Le mode de croissance observé chez *M. rubra* des côtes est d'Algérie, qui est caractérisé par une allométrie majorante pour 8 caractères et une allométrie minorante pour 7 caractères, diffère de celui décrit par Bouain (1984) et Smith (1971) qui signalent des cas d'isométrie pour la quasi-totalité des caractères. Le diamètre orbitaire représente le huitième de la longueur céphalique sur les côtes tunisiennes et le cinquième de la tête des poissons d'atlantique, présente dans notre zone d'étude 1/14 de la longueur standard.

Si comme là démontrer le test T de STUDENT appliqué sur les différents paramètres numériques de la badéche *E. costae*, aucune différence significative n'est observées entre les deux sexes et entre les matures et les immatures sauf pour le nombre d'écailles à la ligne latérale qui est différent, d'ailleurs cette différence du nombre d'écailles qui peut être attribuée à différents facteurs, tels que la méthode de comptage, leur détachement des flancs lors de leur capture dans les filets maillants (trémails, en particulier) ou encore lors du transport des poissons vers les différents points de vente (poissonneries), les caractères métriques eux par-contre présentent une large gamme de différences entre les deux sexes, ce qui nous permet de conclure que ces dernier (paramètres métriques). En pratique, il est

difficile de distinguer le sexe à l'aide des caractéristiques morphologiques qui restent très proches entre les deux sexes.

En fonction du sexe, la croissance relative évolue d'une manière différente. Chez les mâles, 73,33% des paramètres mesurés présentent une isométrie, 13,33% ont une croissance allométrique majorante et 13,33% montrent une allométrie minorante. Tandis que chez les femelles, 40 % des paramètres examinés présentent une allométrie majorante, 26,66 % une allométrie minorante et 33,33 % ont une croissance isométrique. En effet, l'analyse statistique montre que certains caractères peuvent être utilisés pour distinguer les sexes. A taille égale, les femelles auraient des longueurs pré-dorsale et pré-anale, une hauteur du pédoncule caudal et un diamètre orbitaire supérieurs à ceux des mâles.

5. Conclusion

Cette étude nous a permis de recueillir quelques informations sur la morphologie d'*E. costae* et de *M. rubra* des côtes est de l'Algérie. Les valeurs numériques obtenues sont proches ou égales de celles rapportées par la littérature. La comparaison statistique des caractères numériques entre les deux sexes (femelles et les mâles) et entre les individus matures et immatures d'*E. costae* a montré l'inexistence de différences morphologiques.

Chez la population totale d'*E. costae*, l'allométrie minorante concerne plus que la moitié (8/15) des caractères métriques considérés (53,33%). Elle est isométrique pour la hauteur du pédoncule caudale (6,66%). L'allométrie majorante est présente pour six caractères (40%). L'isométrie de croissance domine chez les mâles d'*E. costae* avec 73,33% des caractères. Chez les femelles d'*E. costae*, six (6) caractères présentent une allométrie majorante, quatre (4) ont une allométrie minorante et (5) une isométrie de croissance. Même chose chez les mâtures et les immatures, où on observe une alternance de l'allométrie majorante, minorante et d'isométrie, où aucune d'elle n'est dominante.

Chez *Mycteroperca rubra*, huit (8) caractères présentent une allométrie majorante et sept (7) une allométrie minorante. Aucun cas d'isométrie n'est rencontré.

Chez *E. costae*, tous les paramètres métriques étudiés permettent de mettre en évidence un dimorphisme sexuel des côtes est de l'Algérie à l'exception de ces caractères: Ls, LPP, Lpo et LPo.

CHAPÎTRE IV: ÂGE ET CROISSANCE

1. INTRODUCTION

Chez les téléostéens, les arrêts de croissance au cours de la vie se matérialisent sur l'ensemble des structures osseuses (écailles, arêtes, otolithes) par des perturbations structurales généralement faciles à déceler. Lorsque ces modifications ont une périodicité régulière durant toute l'existence du poisson, elles permettent ainsi la détermination de l'âge et l'étude de la croissance.

En effet, les données sur l'âge et la croissance des poissons sont essentielles à la compréhension des traits d'histoire de vie des espèces et des populations (longévité, âge au recrutement, âge de la maturité sexuelle, périodes de reproduction, migrations, mortalité) et à l'étude de la structure démographique des populations et de leur dynamique. Les applications en écologie et en paléoécologie incluent l'étude des réponses adaptatives des populations aux pressions environnementales, d'origine naturelle (variations climatiques) ou anthropique (pêche, pollution, aménagement de la bande côtière). Étant donné l'état d'appauvrissement actuel de nombreuses ressources aquatiques, la demande en données sclérochronologiques fiables devient une nécessité pour aider les gestionnaires à la prise de décision en matière de gestion des pêcheries et d'exploitation durable des ressources halieutiques d'intérêt économique.

En halieutique, l'évaluation de l'âge individuel est une information fondamentale pour une meilleure connaissance de la dynamique des populations ichthyologiques et la gestion de leurs stocks (Casselman, 1987; Cailli *et al.*, 2001). Elle constitue la base des calculs permettant la connaissance d'autres paramètres biologiques, comme la croissance, la mortalité et le recrutement (Campana, 2001). Chez les populations ichthyologiques naturelles, l'âge est déterminée indirectement par l'étude de la distribution statistique des effectifs par classe de taille (méthode graphique de Petersen, méthode des maximums successifs de Le Guen, méthode des différences logarithmiques ou de Battacharya, méthode de Harding et Cassie) ou directement par la lecture des lignes d'arrêt de croissance (annulii) inscrites sur les diverses pièces anatomiques (sclérochronologie ou otolithométrie).

A des fins comparatives, ces méthodes peuvent se compléter mutuellement. Chez les Ostéichtyens, on utilise généralement différentes pièces calcifiées, en particulier les otolithes sacculaires (méthode otolithométrique) et les écailles (méthode scalimétrique). Toutefois, le choix et la fiabilité d'une méthode dépendent de plusieurs facteurs, en particulier de l'espèce et de son environnement. Pour sa facilité de prélèvement en routine, de préparation et de lecture rapide, l'écaille reste un bon outil pour déterminer l'âge individuel du poisson. Chez la

badèche *E. costae*, nous avons utilisé la méthode scalimétrique pour la lisibilité des écailles, contrairement aux otolithes sacculaires qui se sont avérées inexploitable (lecture impossible en raison de leur épaisseur et opacité).

Si l'âge et la croissance de quelques mérours ont fait l'objet de nombreux travaux dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique (Chauvet, 1981; Sadovy *et al.*, 1992; Siau et Bouain, 1994; Kara et Derbal, 1995; Bouchereau *et al.*, 1999; Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999; Bodilis *et al.*, 2003; Reñones *et al.*, 2007; Lombardi-Carlson *et al.*, 2008; Seyboth *et al.*, 2011), la situation semble être différente pour les badèches *E. costae* et *M. rubra* où les informations relatives à l'âge et la croissance sont très fragmentaires dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Sur les côtes algériennes, les seules données disponibles sur l'âge et la croissance ne concernent que le mérour brun *E. marginatus* (Chalabi *et al.*, 1992; Kara et Derbal, 1999). Cette étude a pour objectif principal de fournir les premières données sur l'âge et la croissance d'*E. costae* et *M. rubra* des côtes algériennes.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Prélèvement, préparation et observation des écailles

Plusieurs traitements ont été testés sur les otolithes (coloration, immersion dans les huiles, brûlant, polissage, gravure à l'acide et coupe) pour la détermination de l'âge, mais ils ne sont pas efficaces. Par conséquent, nous avons opté pour scalimétrie (utilisation des écailles). Ces dernières font partie du squelette superficiel des poissons, au même titre que les rayons des nageoires (Meunier *et al.*, 1979). Leur prélèvement étant aisé, nous avons tenté d'estimer l'âge des poissons à partir de leur lecture directe. Le prélèvement des écailles s'est effectué sur un échantillon de 334 *E. costae* ($20,5 \leq L_t \leq 84,6$ cm) et 29 *M. rubra* ($21,1 \leq L_t \leq 29,7$ cm).

Afin de minimiser les aléas d'erreurs dus aux écailles régénérées qui sont illisibles, le prélèvement s'est effectué sous la nageoire pectorale gauche lorsqu'elle est rabattue. Ce choix est justifié dans la mesure où ces écailles sont généralement mieux protégées des agressions extrinsèques donc présentant une faible probabilité de taux de régénération. Compte tenu de la variabilité de la taille et de la morphologie des écailles au sein d'une même zone de prélèvement (Hile, 1970), il est important d'observer plusieurs écailles. Pour cela, nous avons prélevé un nombre compris entre 10 et 20. Avant toute préparation, la première étape consiste à sélectionner les écailles (loupe binoculaire) visant à éliminer celles avec cal granuleux. Après avoir essuyé soigneusement la zone de prélèvement, on arrache avec une

pince fine les écailles sur des individus qui ont été préalablement mesurés et pesés. Une fois prélevées, elles sont stockées dans des piluliers remplis d'eau douce. Parce que les écailles sont partiellement recouvertes de résidus du derme, de l'épiderme, de mucus secs et de pigments, il est souvent indispensable de les nettoyer avant leur montage (Jearld, 1983). Après ou non un frottement à sec entre les doigts, les écailles sont nettoyées avec une eau javellisée (6°) et une petite brosse suivie d'un rinçage à l'eau douce. Enfin, les écailles sont montées à sec entre deux lames porte objets.

2.2. Lecture d'âge

La lecture des écailles placées entre deux lames porte objets s'effectue au moyen d'une caméra numérique de type Infinity Lite 0,5X fixée sur une loupe trinoculaire, l'ensemble du dispositif étant raccordé à un ordinateur du bureau de marque Dell (950Go; 6,00Go; I5). Par la suite, toutes les images ont été calibrées, puis les mensurations et la quantification d'âge ont été prises avec une précision de 0,01 mm en utilisant le logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées) (Version 5) (Fablet et Ogor, 2005) développé par l'Ifremer (Fig. 12).



Figure 12. Dispositif d'observation utilisé pour l'analyse numérique de l'âge à partir du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées).

Pour la notation de l'âge, nous nous sommes inspirés du travail de Man-Wai et Quignard (1984) qui considère qu'un poisson avec une marque d'arrêt de croissance sur

l'écaille appartient à la classe d'âge 1. Cet anneau correspond généralement à la période de ralentissement de la croissance somatique. Bien évidemment, la connaissance de la date de capture et la période de reproduction sont nécessaires pour déterminer la date de formation et d'apparition des anneaux d'arrêt de croissance (Gordoa *et al.*, 2000). La lecture de l'âge n'est validée qu'après la lecture de la même écaille par trois lecteurs qualifiés.

2.3. Relation entre la longueur du poisson et le rayon de l'écaille

L'utilisation des écailles pour la détermination de l'âge est basée sur l'existence d'une relation entre la croissance linéaire du poisson et celle de l'écaille. Sur la base de cette relation, nous pouvons apprécier la taille des alevins lors de la formation des écailles. Les mesures scalimétriques doivent s'effectuer en respectant une direction standard où l'écaille ne présente aucune irrégularité. Pratiquement, ce sont les rayons plus que les diamètres qui sont utilisés; l'axe de mesure varie selon les espèces. Dans notre cas, le rayon de l'écaille (r), exprimé en millimètres, est mesuré suivant l'axe antéro-médian au moyen d'un micromètre oculaire. Le coefficient de corrélation r liant le rayon de l'écaille et la taille du poisson est calculé. Par la méthode des moindres carrés, nous avons calculé l'équation de la droite représentative de l'ensemble des points à partir de 334 couples de données pour *E. costae* et 29 pour *M. rubra*. L'équation est déterminée en utilisant l'expression suivante :

$$L_t = b R_t + a$$

Avec :

L_t : longueur totale du poisson (cm).

R_t : rayon total de l'écaille du même poisson (cm).

a : ordonnée à l'origine de la droite de régression.

b : pente de la droite de régression.

Une fois le rayon connu, le passage à la taille du poisson devient facile et inversement. Sur la base de cette relation, les tailles qu'avaient les poissons lors de la formation de chaque anneau sur l'écaille peuvent être rétrocalculées.

2.4. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance ou dépôt des anneaux et croissance marginale

Compte tenu de l'importance de la périodicité du dépôt des anneaux qui conditionne à travers la connaissance de l'âge celle de presque toute la biologie de l'espèce, il nous a paru essentiel de suivre et de préciser ce processus. La croissance des écailles correspond à un dépôt stratifié et progressif d'éléments minéraux d'origine exogène (alimentation), qui est le même pour toutes les autres pièces osseuses.

Le suivi de l'évolution de l'accroissement (ou allongement) marginal (AM) de l'écaille permet de préciser, indifféremment des âges, la période de formation de la ligne d'arrêt de croissance. Cet accroissement marginal s'exprime par la relation:

$$AM = (R - R_n) / R_n - (R_n - 1) \text{ où:}$$

AM: accroissement marginal de l'écaille (mm).

R: rayon de l'écaille (mm).

R_n: rayon du dernier anneau d'arrêt de croissance formé (mm).

R_n - 1: rayon de l'anneau qui précède R_n (mm).

La chronologie de l'apparition des anneaux d'arrêt de croissance sur les écailles est déterminée par la mesure de leur accroissement marginal (A.M.) et son suivi mensuel. L'allongement marginal, mesuré à l'aide d'un micromètre oculaire monté sur un microscope optique, correspond à la distance entre la dernière ligne d'arrêt de croissance et le bord antérieur de l'écaille (Stequert, 1971). Cet accroissement est maximal immédiatement avant la formation du (n + 1)^{ième} anneau, c'est à dire au moment de la reprise de la croissance. Sous un microscope, la ligne d'arrêt de croissance ou "annulus" en accord avec la définition de Meunier (1988), n'est considérée que lorsqu'elle constitue une marque continue faisant le tour de l'écaille.

Dans la présente étude, la croissance marginale a été suivie pendant un cycle annuel. L'ANOVA a été utilisée pour comparer les valeurs moyennes de l'accroissement marginal. L'analyse statistique a été complétée par le test de comparaison des moyennes deux à deux (test de Newman-Keuls, SNK) (Dagnélie, 1975) (Minitab 13.2). La différence des lettres (a, b, c, d,...) indiquent l'existence d'une différence significative entre les différentes valeurs

reportées sur le graphe. Par contre, les lettres similaires signifient l'égalité des valeurs moyennes.

2.5. Croissance rétrospective (rétrocalcul)

La croissance rétrospective permet en premier lieu de rechercher le passé écologique de l'animal et de définir ensuite, par la présence du poisson dans un biotope favorable ou défavorable, l'existence de strates ayant eu des croissances différentielles. On peut ainsi calculer par rétrocalcul une croissance globale descriptive ou comparative.

Lea (1910) suppose l'existence d'une relation linéaire entre la taille du poisson et le rayon de l'écaille. Si e_i représente le rayon de l'écaille à l'époque i de formation du $i^{\text{ème}}$ anneau hivernal, la taille du poisson atteinte à cette époque lui est reliée par l'expression:

$$L_i / e_i = L / E \quad \text{d'où } L_i = L \cdot e_i / E \quad \text{avec:}$$

L: longueur (en mm) mesurée à la capture.

E: rayon (en mm) de l'écaille à la capture.

Lee (1920) pense que le raisonnement de Lea n'est représentatif de la réalité, puisque le poisson a déjà une certaine taille lorsque l'écaille apparaît. Il rectifie l'équation de Lea par un terme correctif "b" correspondant à la taille du poisson (au stade alevin) au moment de la formation de ses écailles. Son équation devient:

$$L_i = (L \cdot e_i / E) + b$$

La valeur "b" est égale à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression figurant la relation entre le rayon de l'écaille et la longueur totale du poisson.

Les longueurs totales rétrocalculées (longueurs théoriques) à partir des écailles ont été comparées avec celles déterminées par le comptage du nombre d'anneaux d'arrêt de croissance (longueurs observées) pour la population totale, les femelles et les mâles. Ces longueurs ont été comparées aussi entre les deux sexes en utilisant le programme Minitab.

2.6. Modélisation de la croissance

2.6.1. Croissance linéaire absolue

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la littérature fait mention de nombreux modèles de croissance parmi lesquels ceux des populations naturelles tiennent une large part. Cette modélisation de la croissance permet de comprendre davantage l'évolution dans le temps des biomasses et intervient dans la gestion des stocks halieutiques. En réalité, il n'existe pas de modèles mathématiques qui donnent entière satisfaction et qui décrivent avec précision la croissance d'une population naturelle. Il faut ainsi rechercher essentiellement un modèle raisonnablement facile à incorporer dans les équations de rendements, conforme aux données d'observation sur la taille à divers âges et donnant la taille à tel ou tel âge. Usuellement, le modèle de Von Bertalanffy (1938) s'adapte le mieux pour exprimer la croissance individuelle en longueur et en masse. Il considère que le poids d'un organisme est soumis à deux processus physiologiques opposés, l'anabolisme et le catabolisme qui traduisent respectivement une augmentation puis une chute pondérale du poisson. L'auteur précise que le taux de catabolisme est proportionnel au poids (volume corporel). Les deux processus physiologiques intervenant continuellement et simultanément pendant l'existence de l'animal, la différence entre eux à un instant quelconque définit le taux de variation à cet instant. Généralement, le développement aboutit à l'expression finale qui représente l'équation de croissance linéaire absolue:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad \text{où:}$$

L_t : longueur totale à l'âge t (cm).

L_∞ : longueur asymptotique ou longueur théorique maximale (cm).

k : taux de croissance ou coefficient instantané de la croissance ($k > 0$).

t_0 : âge théorique (année) que le poisson aurait eu à la taille zéro ($L_t = 0$).

Seul k est une signification biologique précise, puisque ce coefficient représente la diminution de la vitesse de croissance lorsque la taille augmente. L'expression mathématique de Von Bertalanffy (1938) fait apparaître trois paramètres d'ajustement L_∞ , t_0 et k qui seront déterminés dans le cas présent à l'aide du logiciel Fishparm (Prager *et al.*, 1989).

Pour comparer les paramètres de croissance obtenus dans les différentes localités et évaluer la fiabilité, nous avons utilisé l'indice de performance de croissance de Pauly et Munro (1984) qui s'écrit de la manière suivante: $\phi = \log k + 2\log L_{\infty}$.

2.6.2. Croissance relative ou relation taille-poids

L'étude de la croissance relative a été préconisée en 1936 par Huxley et Teissier (cités par Gayon, 2000). L'expression mathématique de cette "loi" permet de connaître l'embonpoint des poissons et constitue une donnée nécessaire pour l'estimation des biomasses, l'analyse des changements ontogénétiques et les différents aspects de la dynamique des populations ichtyques (Safran, 1992). En effet, elle s'applique dans divers domaines de la biologie, de la physiologie, de l'écologie et dans la gestion des ressources halieutiques. Ses variations mensuelles peuvent nous renseigner sur l'activité sexuelle, notamment sur la période de reproduction. En sciences halieutiques, cette croissance permet d'estimer le poids à partir de la taille (Beyer, 1991), le poids à partir de l'âge (Petrakis et Stergiou, 1995), et d'exprimer l'équation de la croissance linéaire en croissance pondérale (Pauly, 1993). Elle permet aussi de distinguer l'histoire de vie et la morphologie d'une espèce à une autre et entre les populations des différents habitats et ou régions (Gonçalves *et al.*, 1997).

D'une manière générale, la croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation liant le poids à la taille du poisson et de modéliser la relation. Si le poisson garde la forme générale et le même poids durant toute son existence, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur. Donc, la relation liant la taille au poids est une fonction exponentielle de forme:

$$Pe = a. L_t^b$$

Avec:

Pe: poids éviscéré (g).

Lt: longueur totale (cm).

a: constante.

b: coefficient d'allométrie.

Les paramètres a et b ont été déterminés par le programme FISAT (version 1.2.2) (Gayanilo *et al.*, 1996). Cette équation peut être linéarisée par transformation logarithmique des données :

$$\text{Log } P_e = b \cdot \log L_t + \log a$$

L'ajustement de ce modèle linéaire aux données longueur-poids observées est réalisé par la méthode des moindres rectangles. La valeur de coefficient b est comparée statistiquement à $b_0 = 3$ aux différents seuils α (0,1%) à l'aide du test t de Student (Dagnelie, 1975):

$$t_{obs} = \frac{\left(|b^2 - b_o^2| \sqrt{n-2} \right)}{\left(2b_o * b \sqrt{1-r^2} \right)}$$

Avec:

n : effectif.

b : pente.

b_o : pente théorique ($b_o = 3$).

r : coefficient de corrélation.

La valeur de t_{obs} est comparée à celle de " t " théorique : $t_{1-\alpha/2}$ (donnée par le test de Student) où seuil de confiance $\alpha = 0,05$ pour $n - 2$ degré de liberté. Trois cas peuvent alors se présenter : si $b < 3$, l'allométrie est minorante, si $b = 3$, il y a isométrie, si $b > 3$, l'allométrie est majorante. Nous avons utilisé le poids éviscéré (P_e) pour éviter les aléas pondéraux dus à la réplétion digestive ou stomacale. La différence de la relation taille-poids entre les deux sexes et entre les individus matures et immatures a été testée par l'ANCOVA (Dagnélie, 1975) en utilisant le programme Minitab (version 13.2) (Anonyme, 2000).

Dans notre cas, la relation liant la taille au poids a été établie à partir de 306 couples de données comprenant 190 femelles, 62 mâles, 5 hermaphrodites et 49 immatures.

2.6.3. Croissance pondérale absolue

Sachant que le poids est lié à la taille par la relation $P_e = aL_t^b$, et que le modèle décrivant le mieux la croissance linière en fonction du temps est celui de Von Bertalanffy, nous pouvons admettre que la relation $P_e = P_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ peut exprimer l'équation du poids en fonction du temps. Dans cette équation, P_e est le poids éviscéré du poisson à l'instant t et P_∞ est le poids correspondant à L_∞ . Les paramètres k et t_0 sont ceux de l'équation de la croissance linière absolue. La valeur de b est le coefficient d'allométrie ou la pente de la

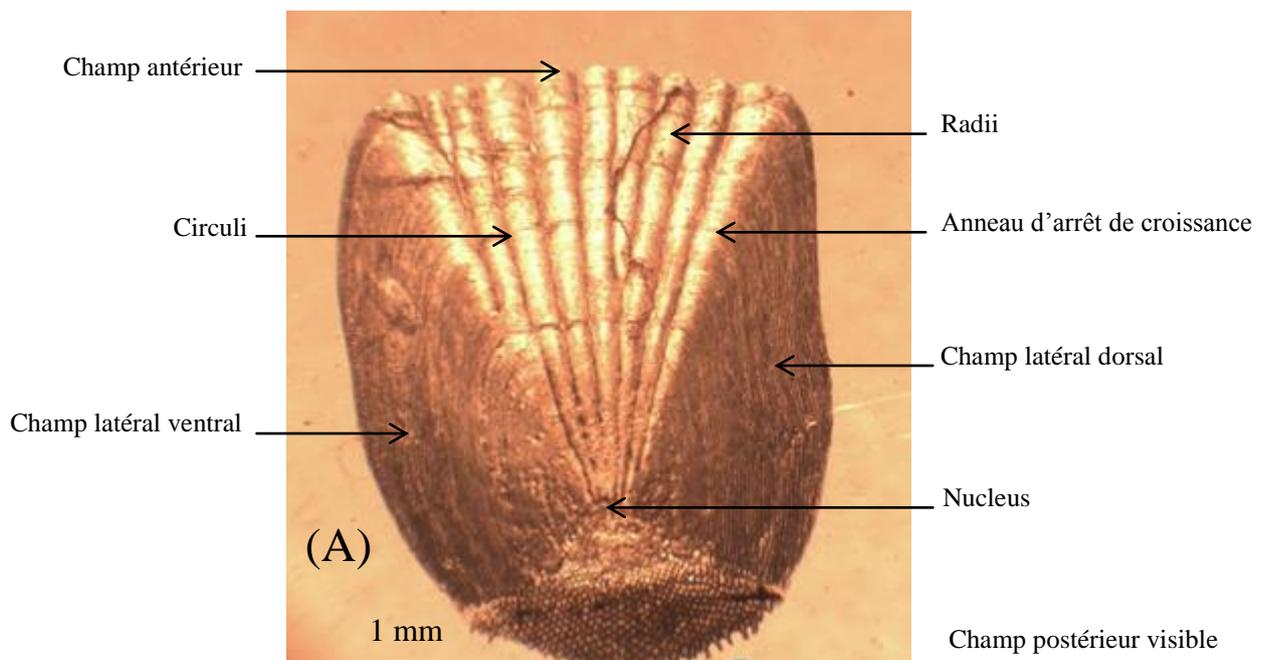
droite exprimant la relation taille-poids sous sa forme logarithmique. Tous les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy étant connus, nous avons calculé le poids pour chaque groupe d'âge.

3. RESULTATS

3.1. Âge

Les écailles prélevées sur *E. costae* et *M. rubra* sont cténoïdes et grossièrement quadrangulaires (Fig. 13). Sur des totaux de 334 et 29 écailles utilisées, l'âge a été déterminé avec succès pour 306 écailles d'*E. costae* (190 femelles: 62,09%, 62 mâles: 20,26%, 5 hermaphrodites: 1,63% et 49 immatures: 16,01%) et 28 écailles de *M. rubra* (28 immatures: 100%). Les quelques écailles restantes étant illisibles (présence de cal ou de faux anneaux) n'ont pas été considérées dans les calculs (Fig. 13 C). La longueur totale des femelles et des mâles d'*E. costae* était comprise entre 27,5 et 65,1 cm et entre 40,3 et 84,6 cm, tandis que la longueur totale de *M. rubra* oscillait entre 21,1 et 29,7 cm.

Le pourcentage d'agrément entre la lecture des deux premiers lecteurs (1^{er}: 98%; 2^{ème}: 96%) est plus élevé que celui du troisième lecteur (écailles: 92%) qui est moins expérimenté que les deux premiers. Cependant, la lecture exacte entre les trois lecteurs a été très élevée (écailles : 94,5%). En général, les anneaux d'arrêt de croissance des écailles d'*E. costae* et de *M. rubra* sont lisibles et de lecture aisée.



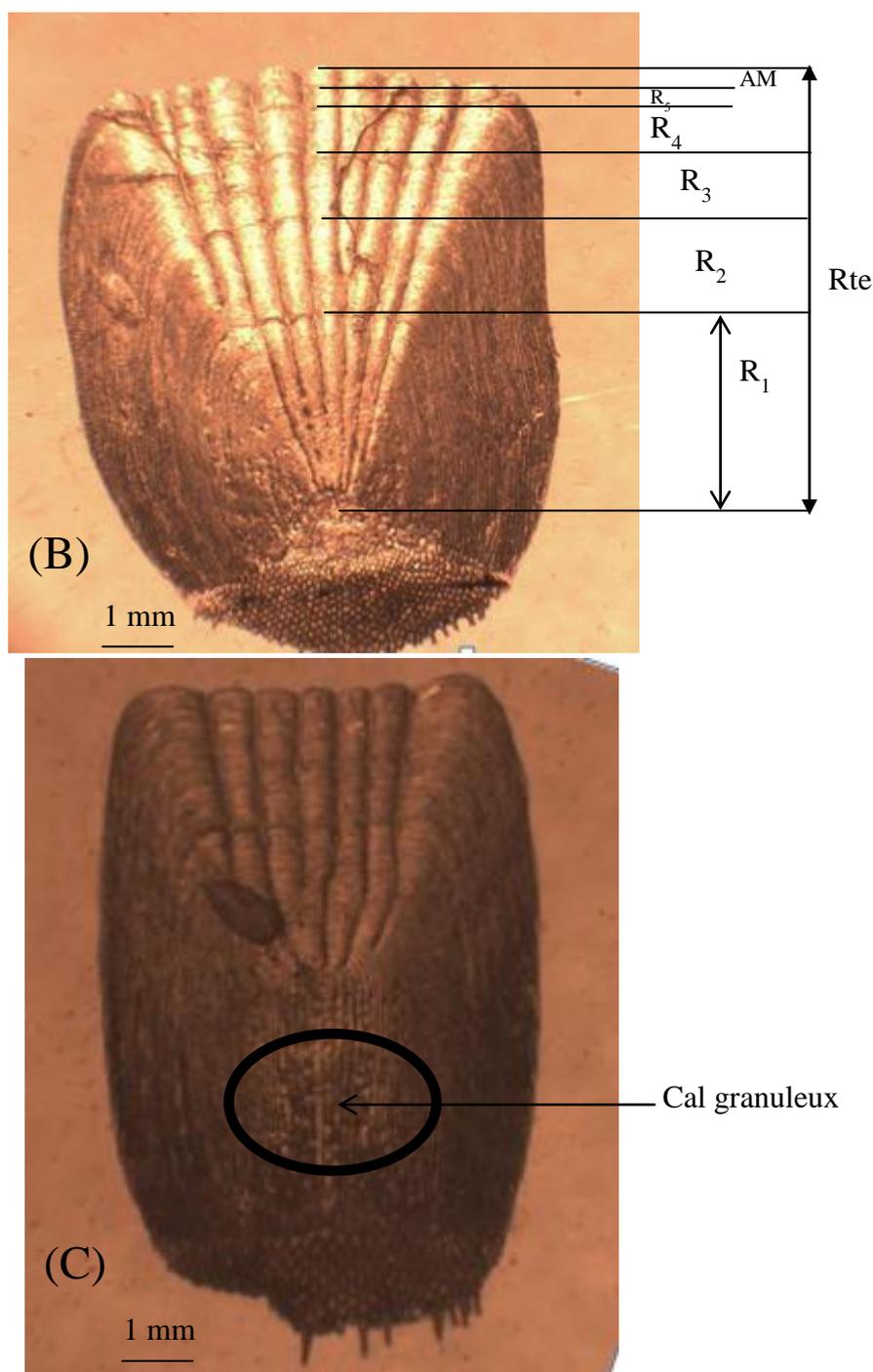


Figure 13. Ecailles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. A : écaille sans cal granuleux (lisible); C: écaille régénérée; B: écaille avec les mesures de l'accroissement marginal (AM); R₁, R₂, R₃, R₄, R₅: rayons des 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} lignes d'arrêt de croissance, R_{te}: rayon de l'écaille.

3.1.1. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance

Les résultats du suivi de l'allongement marginal des écailles de la badéche *E. costae* sont indiqués dans le tableau XIV en annexe. La valeur minimale de l'accroissement marginal mesuré sur les écailles est enregistrée en avril (écailles: $0,524 \pm 0,321$), alors que sa valeur

maximale est marquée en mars (écailles: $1,294 \pm 0,315$). L'utilisation du test de comparaison des moyennes 2 à 2 montre que la valeur de l'accroissement marginal de mars où se trouve la valeur maximale est différente que celle de tous les autres mois, hormis le mois de novembre où on observe une augmentation de l'allongement marginal. Donc, le dépôt de l'anneau de l'arrêt de croissance a bien lieu en mars et se distingue nettement en avril. L'utilisation du test de Newman-Keuls (SNK) a montré que la valeur maximale de l'accroissement marginal de mars est différente de celle d'avril (valeur minimale). D'ailleurs, on observe une différence significative entre les différents mois ($F = 5,98$; $p < 0,5$) (Fig. 14).

En raison des difficultés d'échantillonnage de l'espèce *M. rubra* durant la période d'étude, le suivi de l'accroissement marginal n'a pas pu être réalisé.

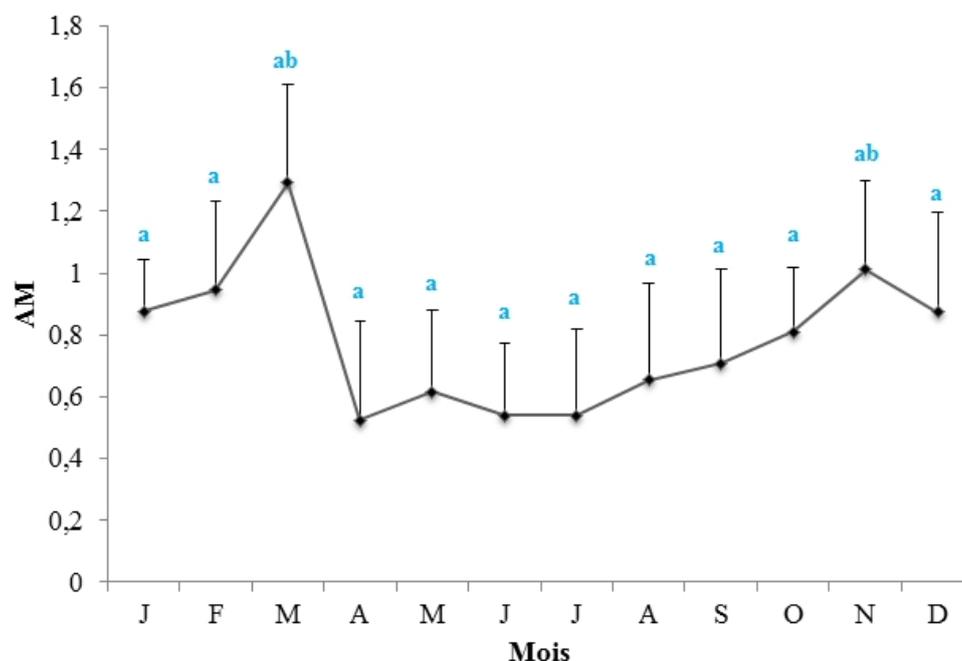


Figure 14. Evolution de l'accroissement marginal (AM) mesuré sur les écailles de la badèche *Epinephelus costae* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique une différence significative entre les points.

3.1.2. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaille

Il existe une corrélation très hautement significative entre la taille du poisson (L_t) et le rayon de son écaille (R_{te}), qui nous a permis d'effectuer une relation qui relie ces deux paramètres. Les équations exprimant une relation linéaire entre la longueur totale (L_t) et le

rayon de l'écaille (R_{te}) chez *E. costae* et *M. rubra* sont respectivement: $L_t = 12,60 R_t + 0,34$ (mm) ($r = 0,93$; $p \leq 0,001$) et $L_t = 7,62R_t + 0,85$ (mm) ($r = 0,62$; $p \leq 0,001$).

3.1.3. Calcul des tailles moyennes aux différents âges (rétrocalcul)

Sur les 334 écailles examinées d'*E. costae*, 306 (91,62 %) ont été retenues pour l'étude de l'âge. Les 28 restantes (8,38 %) étaient illisibles (présence de cal) où douteuses.

La détermination des âges individuels des poissons à partir de la lecture directe des écailles d'*E. costae*, nous a permis d'établir des clés âge-longueurs pour la population totale, les femelles et les mâles d'*E. costae* (Tab 7, 8 et 9) et la population totale de *M. rubra* (Tab. 10). Les poissons mesurés sont répartis en classes de tailles de 2 cm d'intervalle. Ces données traduisent l'allure générale de la distribution des tailles pour un âge déterminé et indiquent leurs valeurs extrêmes pour chaque âge. Les tableaux 11, 12, 13 et 14 résument les résultats des longueurs moyennes rétrocalculées pour chaque âge chez la population totale, les mâles et les femelles d'*E. costae* et la population totale de *M. rubra*.

La comparaison statistique des longueurs totales observées avec celles rétrocalculées déterminées à partir des écailles a montré qu'il n'y avait pas des différences significatives entre ces longueurs que ce soit pour la population totale, les femelles et les mâles d'*E. costae* (Tab. 15). L'utilisation du test t de Student pour comparer les longueurs observées et théoriques entre les deux sexes a montré qu'il n'avait aucune différence significative entre les deux sexes.

L'âge des badéches échantillonnées est compris entre 1 et 12 ans, avec une prédominance des classes d'âge intermédiaires (2 - 5 ans) pour la population totale (82,63%). L'âge maximal déterminé chez les femelles est de 7ans contre 12 ans chez le mâle.

Tableau 7. Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la scalimétrie chez la population totale d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie (C.T: classes de tailles; N: effectif; Lt: longueur totale, Pe: poids éviscéré; M: moyenne; E: écart-type).

Age	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Lt(cm)	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	Pt	
[20-22[	1											
[22-24[		2										
[24-26[		3										
[26-28[		11										
[28-30[		14	1									
[30-32[		8	16									
[32-34[		5	34									
[34-36[		2	33									
[36-38[			12	10								
[38-40[		1	2	24								
[40-42[			1	19								
[42-44[				7	8							
[44-46[					15							
[46-48[					5							
[48-50[					8							
[50-52[					6	3						
[52-54[					3	11						
[54-56[					2	3						
[56-58[						1	1					
[58-60[						1	2					
[60-62[							4					
[62-64[							6					
[64-66[							2					
[66-68[								1				
[68-70[								2				
[70-72[								2				
[72-74[								1	1			
[74-76[									1			
[76-78[
[78-80[										4		
[80-82[									2		1	
[82-84[											2	
[84-86[											1	1
N	1	46	99	60	47	19	15	6	4	4	4	1	
	0,33	15,03	32,34	19,61	15,36	6,21	4,9	1,96	1,31	1,31	1,31	0,33	
Lt	M	20,5	29,08	33,93	39,64	47,21	53,28	61,67	69,67	76,90	79,15	82,73	84,60
	E	0	3,02	2,03	1,82	3,42	1,99	2,45	1,91	4,06	0,76	1,24	0,00
Pt	M	106,13	281,8	428,4	668,9	1074,4	1464,3	2167,8	3329,6	4596,3	4850,8	5692,2	5590,0
	E	0	83,41	100,14	135,57	251,37	259,49	607,54	720,60	490,89	536,38	272,30	0,00

Tableau 8. Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des écailles chez les femelles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie (C.T: classes de tailles; N: effectif; Lt: longueur totale, Pe: poids éviscéré; M: moyenne; E: écart-type).

Age		II	III	IV	V	VI	VII
Lt(cm)		F	F	F	F	F	F
[26-28[		4					
[28-30[		6	1				
[30-32[		8	12				
[32-34[		3	22				
[34-36[		1	32				
[36-38[			10	8			
[38-40[		1	2	16			
[40-42[			1	15			
[42-44[				6	8		
[44-46[					12		
[46-48[					4		
[48-50[					5		
[50-52[					3	1	
[52-54[					1	4	
[54-56[					1		
[56-58[
[58-60[							1
[60-62[							1
[62-64[
[64-66[							1
N		23	80	45	34	5	3
N %		12,12	42,1	23,68	17,89	2,63	1,58
Lt	M	30,44	34,11	39,73	46,32	52,22	61,50
	E	2,54	2,08	1,88	3,09	0,77	3,14
Pt	M	318,18	437,77	681,56	1042,51	1477,40	1906,24
	E	81,59	105,16	115,79	254,25	123,66	182,35

Tableau 9. Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,....) d'après la lecture directe des écailles chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est d'Algérie (C.T: classes de tailles; N: effectif; Lt: longueur totale, Pe: poids éviscéré; M: moyenne; E: écart-type).

Age	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Lt(cm)	M	M	M	M	M	M	M	M	M
[40-42[	3								
[42-44[	1								
[44-46[		3							
[46-48[		1							
[48-50[		3							
[50-52[		3	2						
[52-54[		2	7						
[54-56[		1	3						
[56-58[			1	1					
[58-60[			1	1					
[60-62[				3					
[62-64[				6					
[64-66[				1					
[66-68[					1				
[68-70[					2				
[70-72[					2				
[72-74[					1	1			
[74-76[						1			
[76-78[
[78-80[							4		
[80-82[						2		1	
[82-84[								2	
[84-86[								1	1
N	4	13	14	12	6	4	4	4	1
N %	6,45	20,97	22,59	19,35	9,68	6,45	6,45	6,45	1,61
Lt	M 41,23	49,55	53,66	61,71	69,67	76,90	79,15	82,73	84,60
	E 1,33	3,24	2,17	2,41	1,91	4,06	0,76	1,24	0,00
Pt	M 840,50	1157,65	1441,82	2275,14	3329,56	4596,27	4850,82	5692,18	5590,00
	E 97,99	232,50	294,03	552,89	720,60	490,89	536,38	272,30	0,00

Tableau 10. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale de *Mycteroperca rubra* des côtes est d'Algérie (N: effectif, M: moyenne, E: écart-type).

Age	I		II	
Lt (cm)	Pt			
[20-22[	3			
[22-24[	5			
[24-26[	4			
[26-28[	10			
[28-30[	6			
Total	3		25	
%	10,71		89,26	
Lt (cm)	M	21,23	M	26,37
	E	0,15	E	2,25
Pt (g)	M	139,50	M	223,59
	E	40,12	E	41,39

Tableau 11. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale d'*Epinephelus costae* des côtes est d'Algérie (N: effectif, M: moyenne, E: écart-type).

Age	Valeurs	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂
I	M	17,64											
	E	0,00											
	N	1,00											
II	M	18,05	27,54										
	E	0,27	0,75										
	N	46,00	46,00										
III	M	17,89	27,41	36,00									
	E	0,63	0,25	0,32									
	N	99,00	99,00	99,00									
IV	M	18,01	27,39	35,79	42,03								
	E	0,33	0,19	0,57	0,32								
	N	60,00	60,00	60,00	60,00								
V	M	18,03	27,45	35,75	41,87	47,63							
	E	0,19	0,27	0,63	0,27	0,38							
	N	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00							
VI	M	17,56	27,42	35,84	41,81	47,53	54,95						
	E	0,46	0,12	0,39	0,33	0,32	0,43						
	N	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00						
VII	M	17,99	27,33	35,86	42,03	47,63	55,20	64,75					
	E	0,49	0,21	0,34	0,28	0,28	0,27	0,31					
	N	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00					
VIII	M	18,33	27,30	36,00	41,84	47,51	55,00	65,34	70,72				
	E	0,33	0,15	0,39	0,40	0,37	0,49	0,18	0,39				
	N	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00				
IX	M	18,23	27,33	35,86	41,98	47,69	55,35	65,24	71,03	75,01			
	E	0,50	0,12	0,49	0,27	0,27	0,28	0,45	0,37	0,77			
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00			
X	M	18,51	27,29	36,30	41,81	47,56	55,06	64,89	71,35	75,63	78,45		
	E	0,12	0,09	0,17	0,45	0,44	0,39	0,23	0,24	0,08	0,33		
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
XI	M	18,56	27,31	36,17	41,85	47,56	55,12	64,79	70,90	75,53	78,86	81,41	
	E	0,13	0,07	0,23	0,31	0,23	0,29	0,47	0,30	0,16	0,62	0,51	
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
XII	M	18,55	27,28	36,39	41,93	47,66	55,16	64,13	70,52	75,71	78,82	81,97	83,97
	E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	M	18,11	27,37	36,00	41,91	47,60	55,12	64,86	70,90	75,47	78,71	81,69	83,97
	E	0,29	0,20	0,35	0,29	0,29	0,31	0,27	0,26	0,25	0,32	0,26	0,00
	N	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306

Tableau 12. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez les femelles d'*Epinephelus costae* des côtes est d'Algérie (N: effectif, M: moyenne, E: écart-type).

Age	Valeurs	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
II	M	17,84	28,47					
	E	1,81	2,50					
	N	23,00	23,00					
III	M	16,59	24,82	31,85				
	E	1,64	1,82	2,07				
	N	79,00	79,00	79,00				
IV	M	16,61	25,40	32,60	38,02			
	E	1,58	1,44	1,76	1,99			
	N	45,00	45,00	45,00	45,00			
V	M	17,74	27,61	35,53	40,74	44,75		
	E	1,15	1,84	2,20	2,74	3,06		
	N	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00		
VI	M	17,79	27,99	36,56	41,65	46,35	50,69	
	E	0,72	0,80	1,14	0,85	0,89	0,74	
	N	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
VII	M	18,93	27,92	36,50	42,99	48,42	52,88	55,95
	E	1,08	3,99	5,67	6,85	7,14	7,13	7,70
	N	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Total	M	17,02	26,04	33,03	39,46	45,20	51,51	55,95
	E	1,65	2,33	2,62	2,91	3,34	4,01	7,70
	N	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00	190,00

Tableau 13. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est d'Algérie (N: effectif, M: moyenne, E: écart-type).

Age	Valeurs	L _{t1}	L _{t2}	L _{t3}	L _{t4}	L _{t5}	L _{t6}	L _{t7}	L _{t8}	L _{t9}	L _{t10}	L _{t11}	L _{t12}
IV	M	19,46	28,26	35,40	39,89								
	E	3,39	1,98	0,80	0,68								
	N	4,00	4,00	4,00	4,00								
V	M	18,30	28,62	37,04	43,37	47,89							
	E	1,95	2,64	3,40	3,47	3,71							
	N	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00							
VI	M	18,72	28,73	36,87	43,15	47,54	53,91						
	E	0,85	1,05	1,63	2,25	2,08	4,35						
	N	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00						
VII	M	19,26	29,75	38,68	46,16	51,08	57,86	59,90					
	E	0,78	1,38	1,74	2,38	2,56	3,42	2,26					
	N	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00					
VIII	M	20,88	32,50	42,12	46,76	53,32	57,81	64,82	68,35				
	E	1,37	1,19	0,93	3,98	5,72	4,71	0,65	2,17				
	N	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00				
IX	M	20,97	30,89	45,28	42,82	55,94	60,07	71,14	73,24	75,72			
	E	1,96	0,78	3,34	1,26	11,25	4,29	4,34	4,54	4,48			
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00			
X	M	20,37	32,08	41,96	51,03	54,97	60,72	67,52	70,29	73,99	77,57		
	E	0,97	1,19	1,29	0,90	5,04	3,90	1,03	1,79	1,19	1,06		
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
XI	M	20,58	29,97	42,11	51,89	53,74	62,94	68,60	73,52	76,45	79,59	81,72	
	E	0,90	2,46	1,90	2,16	6,32	1,51	1,26	1,31	1,55	1,91	1,45	
	N	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
XII	M	20,38	29,42	41,26	48,89	62,18	60,56	69,52	75,22	79,08	81,80	83,31	84,24
	E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	M	19,39	29,69	38,95	45,06	50,72	57,59	64,72	71,24	75,67	78,94	82,04	84,24
	E	1,71	2,12	3,44	3,98	5,41	4,70	4,76	3,39	2,84	1,99	1,44	0
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62

Tableau 14. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des écailles chez la population totale de *Mycteroperca rubra* des côtes est d'Algérie (N: effectif, M: moyenne, E: écart-type).

Age	Valeurs	Lt ₁	Lt ₂
I	M	24,97	
	SD	0,45	
	N	3,00	
II	M	23,06	31,70
	SD	1,22	2,13
	N	25,00	25,00
Total	M	24,02	31,70
	SD	0,83	2,13
	N	28	28

Tableau 15. Comparaison des longueurs totales (en cm) rétrocalculées avec celles déterminées par le comptage du nombre d'anneaux d'arrêt de croissance chez la badéche *Epinephelus costae*. LO: longueurs observées; LT: longueurs théoriques; M: mâles; F: femelles; PT: population totale; t: test t de Student; p: probabilité.

Age (ans)	Sexe	LO	LT	t	p
1	M	/	19,39	/	/
	F	/	17,02	/	/
	PT	20,5	18,11	-20,88	0,000
2	M	/	29,69	/	/
	F	30,44	26,04	-5,46	0,003
	PT	29,08	27,37	-63,84	0,000
3	M	/	38,95	/	/
	F	34,11	33,03	0,50	0,644
	PT	33,93	36,00	4,57	0,001
4	M	41,23	45,06	3,53	0,008
	F	39,73	39,46	0,74	0,491
	PT	39,64	41,91	13,40	0,000
5	M	49,55	50,72	2,25	0,059
	F	46,32	45,20	0,15	0,887
	PT	47,21	47,60	0,41	0,697
6	M	53,66	57,59	4,28	0,002
	F	52,22	51,51	-0,19	0,880
	PT	53,28	55,12	23,22	0,000
7	M	61,71	64,72	3,12	0,026
	F	61,50	55,95	-1,09	0,473
	PT	61,67	64,86	10,22	0,000
8	M	69,67	71,24	1,99	0,117
	PT	69,67	70,90	1,29	0,267
	M	76,90	75,67	-0,52	0,639
9	PT	76,90	75,47	-3,58	0,023
	M	79,15	79,94	0,41	0,721
	PT	79,15	78,71	-2,21	0,114
11	M	82,73	82,04	-0,27	0,832
	PT	82,73	81,69	-1,33	0,410
	M	84,60	84,24	-0,17	0,891
12	PT	84,60	83,97	-0,16	0,900

3.2. Croissance

3.2.1. Croissance linéaire absolue

Les paramètres estimés du modèle de Von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance (ϕ) sont présentés dans le tableau 16. Les longueurs asymptotiques calculées à partir des écailles d'*E. costae* ($L_{\infty PT} = 126,7$ cm; $L_{\infty F} = 100,4$ cm; $L_{\infty M} = 116,1$ cm) concordent parfaitement avec les longueurs maximales observées ($L_{t PT} = 84,6$ cm; $L_{t F} = 65,1$ cm; $L_{t M} = 84,6$ cm).

Tableau 16. Paramètres de Von Bertalanffy et indices de performance (ϕ) chez la population totale et les sexes séparés (femelles et mâles) d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. PT: population totale, F: femelle, M: male, S: scalimétrie.

Espèces	Sexe	Méthode	L_{∞}	k	t_0	ϕ	N	Limites d'âges (années)
<i>E. costae</i>	PT	S	126,7	0,09	-0,65	3,16	306	1-12
	F	S	100,4	0,10	-0,81	3,04	190	2-7
	M	S	116,1	0,10	-0,77	3,10	62	4-12
<i>M. rubra</i>	Pt	S	60,17	0,26	-0,88	2,97	28	1-2

Les valeurs de la longueur totale (L_t) observées, théoriques et de l'accroissement annuel théorique correspondant à chaque âge sont consignées dans le tableau XV (annexe). Les valeurs de la longueur totale théoriques sont proches de celles que nous avons déterminé par rétrocalcul aussi bien pour la population totale, les femelles que pour les mâles d'*E. costae* (Tab XV en annexe).

Chez la population totale, les tailles théoriques maximales (86,13 cm) sont légèrement supérieures de celles observées (84,6 cm). Le taux de croissance annuel est élevé durant la première année (17,52 cm) et tend à diminuer progressivement entre la deuxième (9,40 cm) et la douzième année où il atteint sa plus faible valeur (3,82 cm) (Fig. 15).

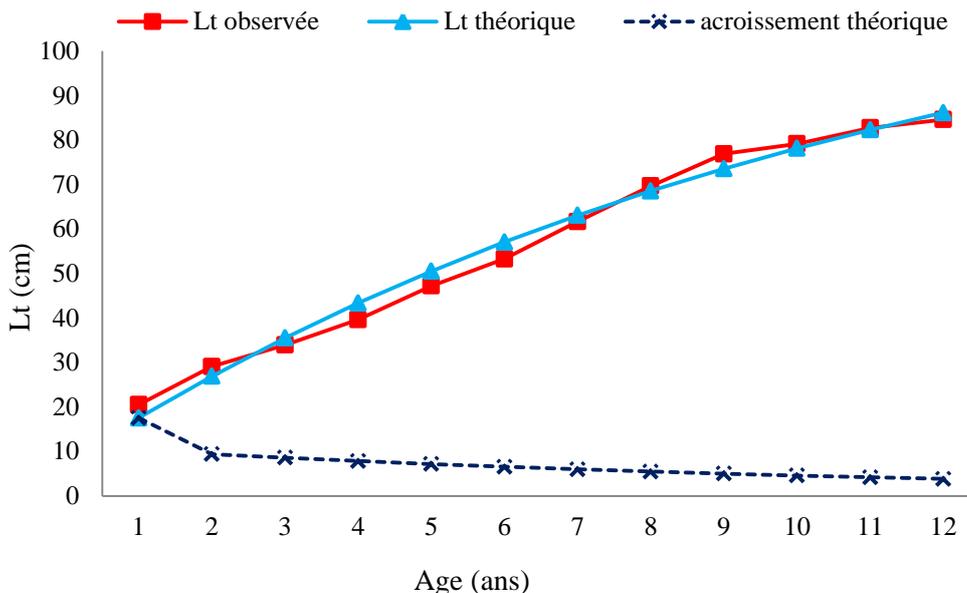


Figure 15. Croissances linéaires observée, théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale d’*Epinephelus costae* des côtes est de l’Algérie.

Chez les femelles, les tailles théoriques maximales (57,88 cm) sont assez proches des valeurs observées (61,5 cm). Le taux de croissance annuelle est élevé durant la deuxième année (26,70 cm) puis chute entre la troisième (7,68 cm) et la septième année (4,95 cm) (Fig. 16).

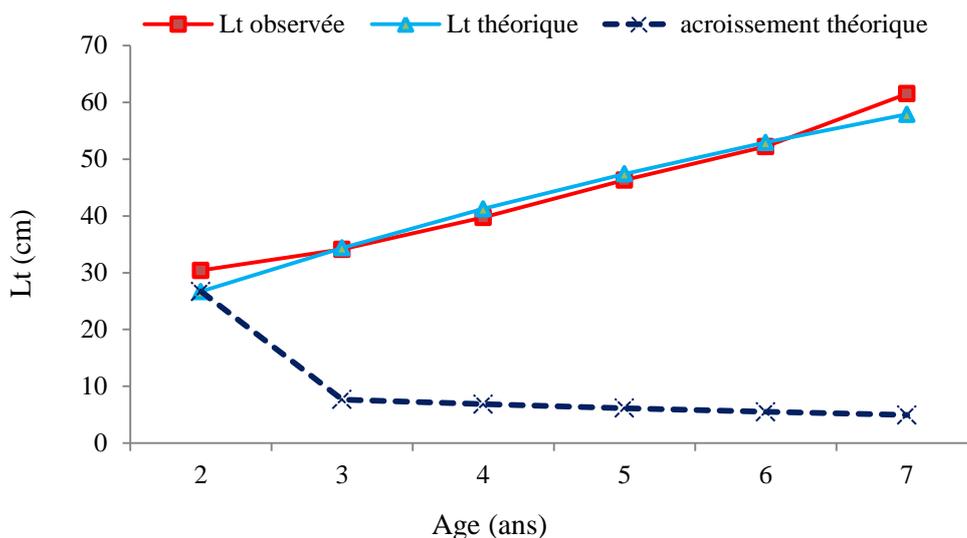


Figure 16. Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les femelles d’*Epinephelus costae* des côtes est de l’Algérie.

Chez les mâles aussi, les tailles théoriques (87,60 cm) sont légèrement supérieures à celles observées (84,6 cm). En effet, le taux annuel de croissance atteint durant la quatrième (1^{ère} année pour les mâles) année (47,4 cm). Entre la cinquième et la douzième année, il chute brusquement pour atteindre la valeur de 3,31cm (Fig. 17).

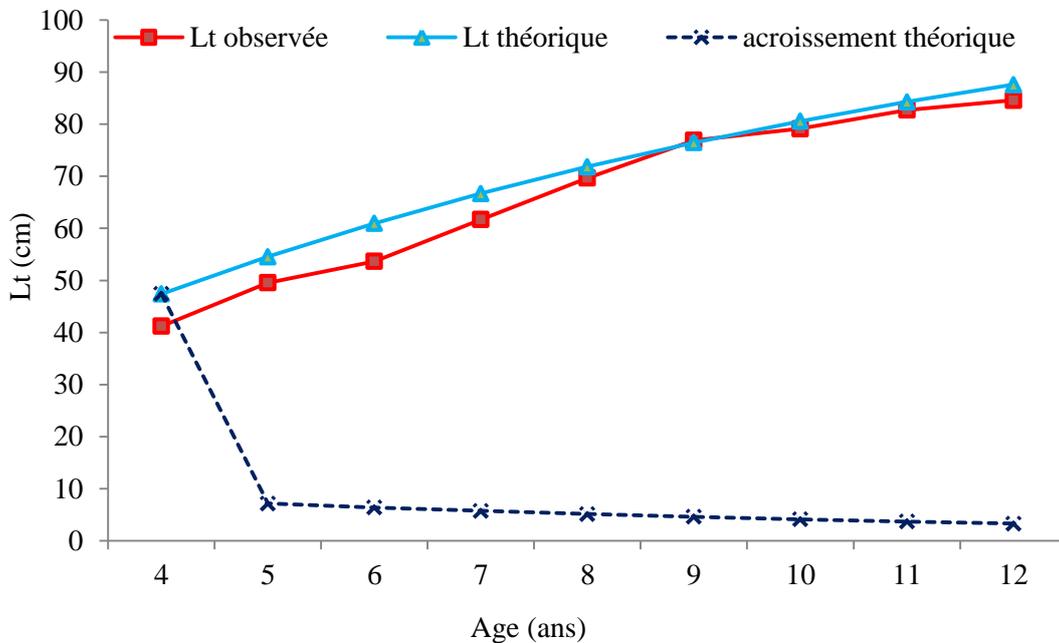


Figure 17. Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie.

Chez la population totale de *M. rubra*, les tailles théoriques maximales (31,71 cm) sont légèrement supérieures à celles observées (26,37 cm). Ces valeurs restent sous-estimées en raison de la faible représentativité de la population naturelle en classes de tailles. En effet, le taux annuel de croissance atteint 23,26 cm à la première année pour chuter brusquement à 8,45 cm durant la deuxième année (Fig. 18 ; Tab. XVI).

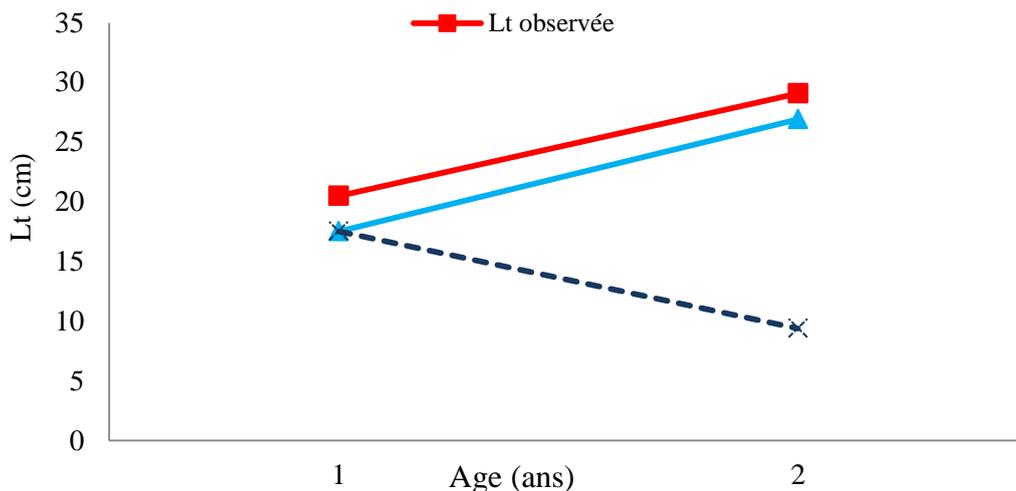


Figure 18. Croissances linéaires observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale de *Mycteroperca rubra* des côtes est de l’Algérie.

3.2.2. Croissance relative

L’expression mathématique de la relation taille-poids a été établie mensuellement et globalement, pour la population totale, les femelles et les mâles. Chez la population totale, nous notons une corrélation hautement significative entre ces deux paramètres ($0,96 \leq r \leq 0,99$; $p \leq 0,001$). Le poids évolue au même rythme que la taille ($b = 2,819$; $t_{obs} = -6,03$; $p > 0,05$). La croissance isométrique concerne l’ensemble des mois (Fig. 19; Tab XVII en annexe).

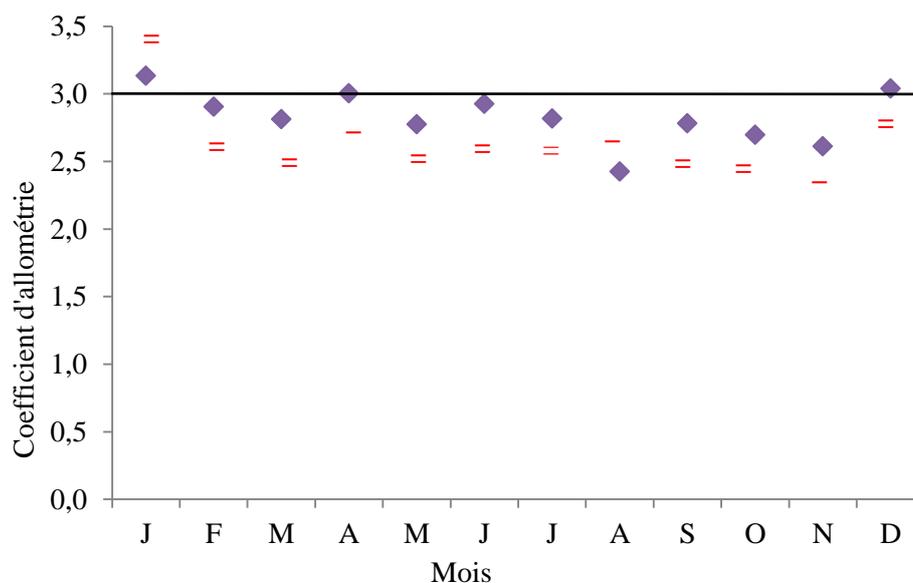


Figure 19. Variations mensuelles des coefficients d’allométrie de la relation taille-poids chez la population totale d’*Epinephelus costae* des côtes est de l’Algérie. (= : isométrie).

Chez les femelles d'*E. costae*, la relation taille-poids est fortement corrélée ($0,93 \leq r \leq 0,99$; $p \leq 0,001$), à l'exception de juin où nous observons une allométrie majorante ($b = 3,075$; $t_{\text{obs}} = 2,09$; $p \geq 0,05$). L'isométrie de croissance concerne les mois restants (Fig. 20, Tab. XVIII en annexe).

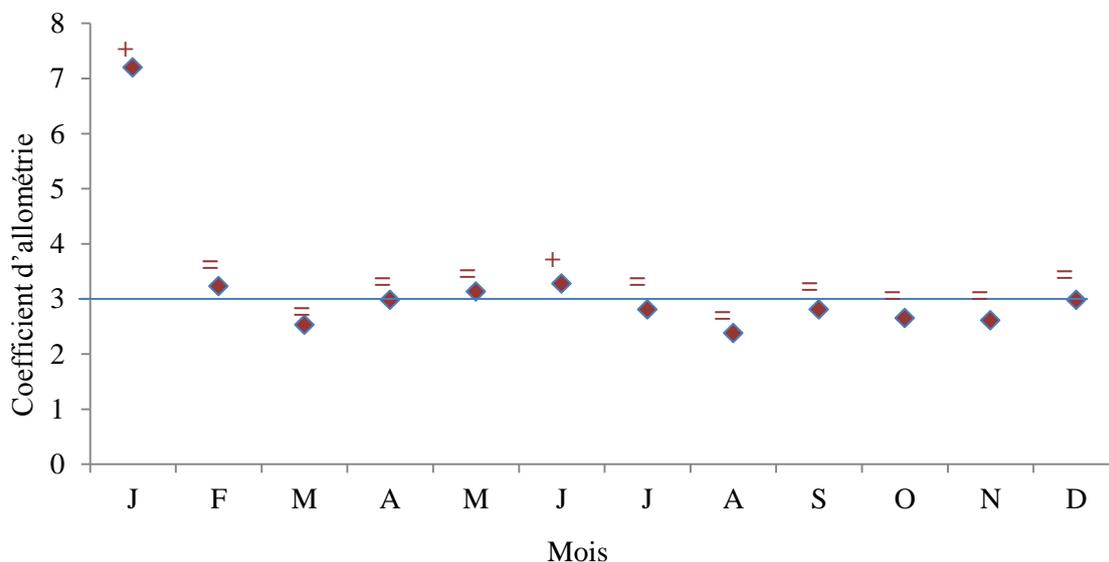


Figure 20. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les femelles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie (=: isométrie; +: allométrie majorante).

Chez les mâles, nous notons une corrélation très hautement significative ($0,90 \leq r \leq 0,99$; $p \leq 0,001$). Globalement, le poids croît au même rythme que la taille ($b = 3,041$; $t_{\text{obs}} = 0,39$; $p > 0,05$). L'isométrie de croissance concerne les mois restants (Fig. 21; Tab. XIX en annexe).

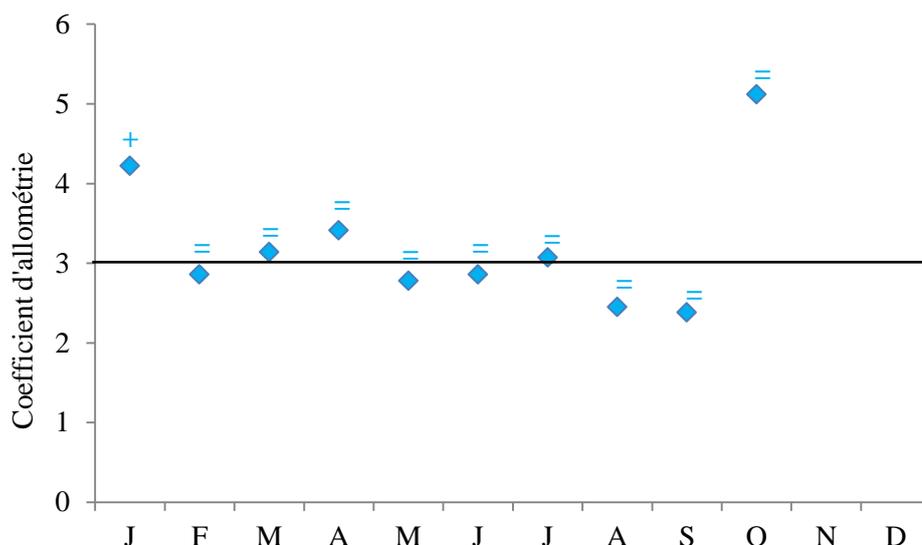


Figure 21. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie (=: isométrie, +: allométrie majorante).

Aucune différence significative n'est observée entre les pentes (valeurs de b) de la relation taille-poids chez les deux sexes (analyse de covariance ANCOVA, $F = 1999,68$; $p > 0,05$). Elle indique une croissance isométrique chez les deux sexes (femelles: $b = 2,834$; mâles: $b = 3,041$).

Chez la population totale de *M. rubra*, nous notons une corrélation très hautement significative ($0,90 \leq r \leq 0,99$; $p \leq 0,001$). Globalement, le poids croît au même rythme que la taille ($b = 3,041$; $t_{obs} = 0,39$; $p > 0,05$). L'isométrie de croissance concerne les mois restants (Tab. XX en annexe).

3.3. Croissance pondérale absolue

Connaissant le coefficient d'allométrie de la relation taille-poids et les paramètres de Von Bertalanffy (L_{∞} , k et t_0), le modèle de la croissance pondérale absolue est exprimé par les équations suivantes:

Espèce	Sexes	Equations
<i>E. costae</i>	Population totale	$Pt = 16997,03 (1 - e^{-0,09(t+0,65)})^{2,818}$
	Femelles	$Pt = 9208,88 (1 - e^{-0,11(t+0,81)})^{2,836}$
	Mâles	$Pt = 15563,58 (1 - e^{-0,11(t+0,77)})^{3,045}$
<i>M. rubra</i>	Population totale	$Pt = 1727,977 (1 - e^{-0,26(t+0,88)})^{2,849}$

Les poids asymptotiques P_{∞} chez la population totale, les femelles et les mâles (16997g, 9208,88g et 15563,58g, respectivement) sont supérieurs au poids maximums échantillonnés (6015 g, 2245 g et 6015 g, respectivement). Les poids théoriques maximums obtenus chez la population totale (5724,74 g), les femelles (1931g) et les mâles (6602g) sont supérieurs aux poids maximums observés qui sont respectivement de 5590 g, 1906,24 g et 5590g. Les valeurs du poids observé, théorique et l'accroissement annuel théorique correspondant à chaque âge chez la population totale, les femelles et les mâles d'*E. costae* sont indiquées dans le tableau XXI (en annexe). Chez la population totale, l'accroissement pondéral est de 64,24g durant la première année. Ce n'est à partir de la deuxième année que le gain pondéral augmente brusquement (151,31 g), jusqu'à atteindre les valeurs maximums d'environ 690 g/an à l'âge de 11 et 12 ans. Les poids maximums théoriques (5724,74 g) sont très proches aux poids maximums observés (5590 g) (Fig. 22).

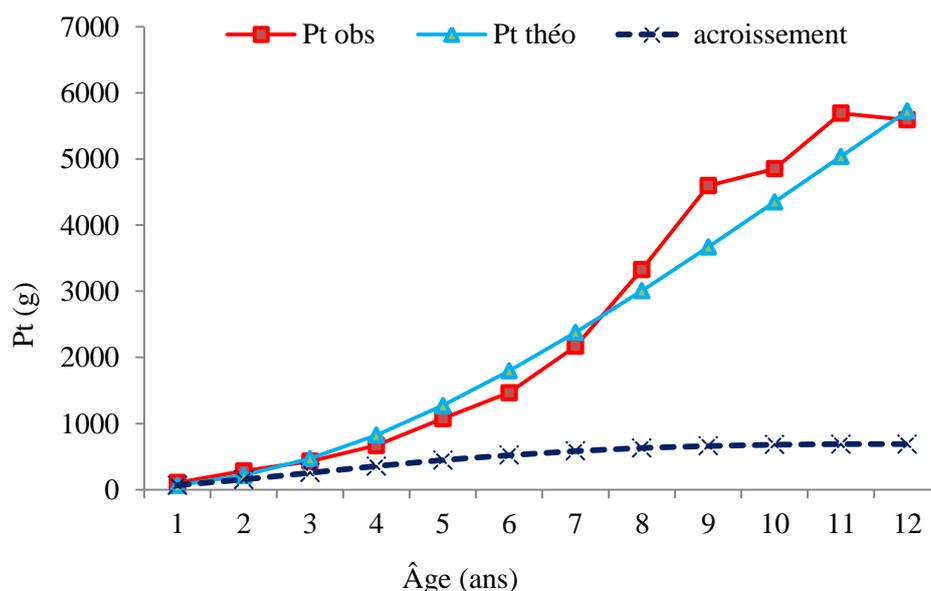


Figure 22. Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie.

Le taux d'accroissement pondéral annuel chez les femelles est de 215,17 g durant la deuxième année (1^{ère} année chez les femelles). Il augmente progressivement pour atteindre des valeurs de 432g au cours de la septième année. Les poids maximums théoriques (1936 g) sont légèrement supérieurs aux poids maximums observés (1906,24 g) (Fig. 23; Tab. XXI en annexe).

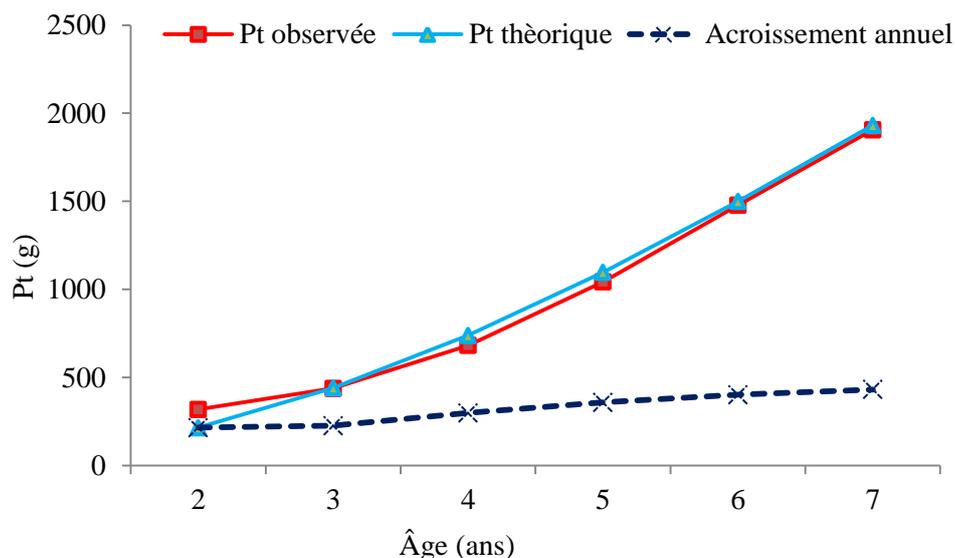


Figure 23. Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les femelles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie.

A quatre ans (première année consécutive en tant que mâles), les mâles acquièrent un taux annuel d'accroissement pondéral de 1017,22 g. Ce dernier chute subitement de 50% durant l'année suivante. A partir de la sixième année, on observe une augmentation progressive de l'accroissement qui atteint la valeur de 731,35 g durant la douzième année. Le poids maximal théorique est de 6602 g, une valeur légèrement supérieure de celle du poids maximum échantillonné (5590g) (Fig. 24; Tab. XXI en annexe).

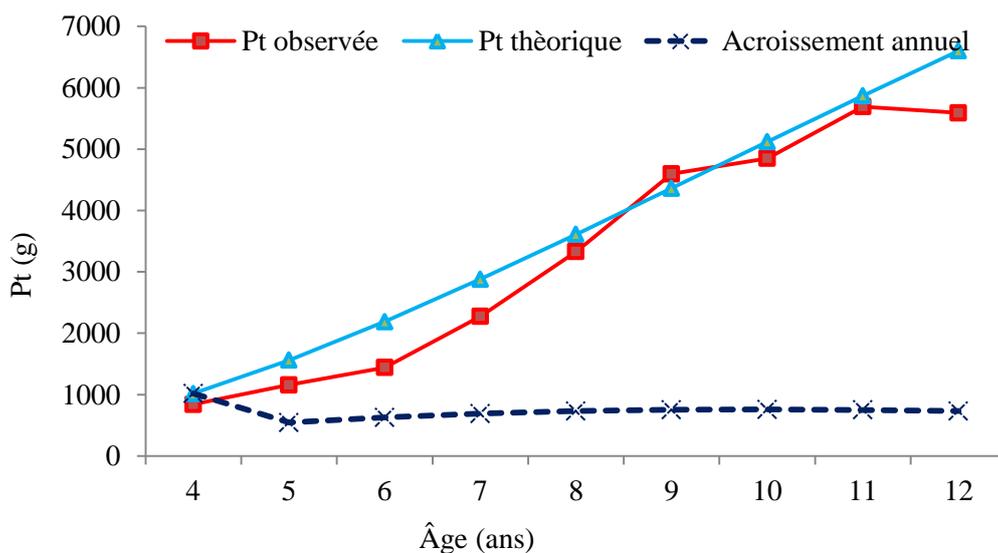


Figure 24. Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie.

Le taux d'accroissement pondéral annuel chez la population totale de *M. rubra* est de 162,23 g durant la première année. Il augmente sensiblement au cours de la septième année pour atteindre des valeurs de 188,62 g. Les poids maximaux théoriques (350,84 g) sont supérieurs aux poids maximaux observés (223,59 g) (Fig. 25; Tab. XXII).

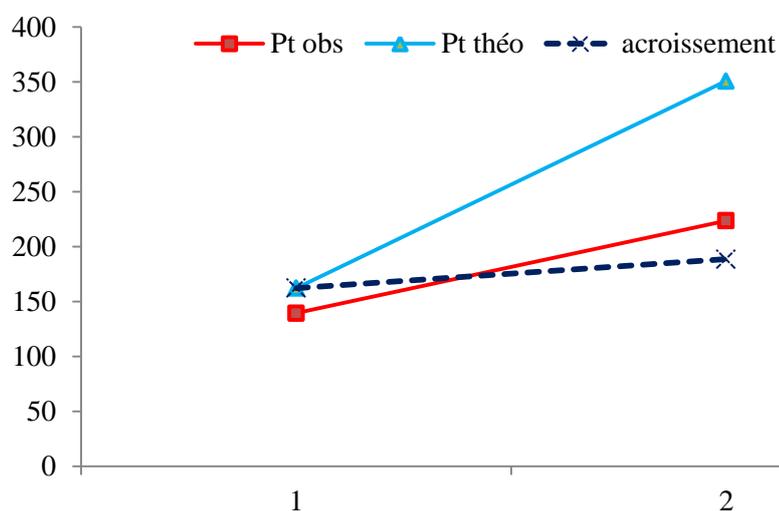


Figure 25. Croissances pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des écailles chez la population totale de *Mycteroperca rubra* des côtes est de l'Algérie.

4. DISCUSSION

La longueur maximale mesurée chez la population d'*E. costae* échantillonnée le long des côtes est de l'Algérie n'excède pas 85 cm, alors qu'elle peut atteindre jusqu'à 140 cm dans son aire de répartition (Whitehead *et al.*, 1984-1986; Göthel, 1992; Heemstra et Randall, 1993). Cette valeur est bien inférieure à celles rapportées par d'autres auteurs dans différentes régions de la Méditerranée: 100 cm (Dieuzeide *et al.*, 1954; Tortonese, 1975), 115 cm dans la même zone d'étude (Belgacem, 1999). Par contre, elle est supérieure aux longueurs de Tortonese (1986) et Bouain (1986) qui mentionnent respectivement des valeurs de 80 cm et de 64 cm dans le bassin nord de la Méditerranée et dans le golfe de Gabes. Chez la population totale de *M. rubra* la taille maximale n'excède pas 30 cm, alors qu'elle peut atteindre des valeurs de 80 et 144 cm dans son aire de répartition (Fischer *et al.*, 1987; IGFA, 2001 respectivement).

Ces dissemblances géographiques des taux de croissance chez les Serranidae et chez la majorité des Téléostéens pourraient être attribuées à l'influence conjuguée des paramètres

abiotiques, comme la température (Chaoui *et al.*, 2006; Benchalel et Kara, 2013; Derbal et Kara, 2013) et extrinsèques, comme les aléas d'échantillonnage (sélectivité de l'engin de capture, taille de l'échantillon) et surtout la pression de la pêche qui s'exercerait sur certaines classes de tailles de l'espèce.

Chez *E. costae* et *M. rubra*, l'âge a été déterminé aisément par la méthode scalimétrique. Cette méthode directe a donné des résultats très satisfaisants avec seulement 9% d'écailles douteuses et illisibles. L'âge maximum déterminé chez la population des côtes est de l'Algérie est de 7 ans chez les femelles et de 12 ans chez les mâles. Dans le golfe de Gabes, Bouain (1986) mentionne une longévité de 11 ans chez la même espèce avec un taux de croissance très faible. En effet, les badéches âgés de 7 ans dans la présente étude mesurent 61 cm, tandis que pour le même âge les badéches du golfe de Gabes ne mesurent qu'à peine 50 cm (Bouain, 1986).

Pour ce qui est de l'âge maximum déterminé chez la population de *M. rubra*, il est de 2 ans. Le manque de données sur la croissance de cette espèce ne permet pas de comparer nos résultats à l'échelle de la Méditerranée.

Les tailles de la première maturité sexuelle diffèrent aussi d'une zone géographique à une autre, et d'une espèce à une autre, comme c'est le cas en Tunisie où Bouain (1984) a trouvé des valeurs presque similaires pour la badéche *E. costae* (♀: 27 cm), alors que cette maturité n'est atteinte que tardivement chez *E. marginatus* (36 cm) et *E. aeneus* (40 cm). La maturité est de 29 et 40 cm pour les femelles et les mâles d'*E. costae* des côtes algériennes respectivement.

Chez *M. rubra*, nous n'avons pas pu déterminer la taille à la première maturité sexuelle en raison de l'insuffisance de l'échantillon (n = 29) et la faible représentativité des classes de tailles.

L'évolution de l'accroissement marginal des écailles chez *E. costae* a permis de mettre en évidence l'individualisation d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an qui se forme en mars et se matérialise en avril. Le pourcentage des écailles présentant des bords hyalins à la fin du printemps et au début de l'été (8,33%) pourrait être lié à un stress physiologique qui se manifeste en période de reproduction (juin-septembre) (c.f. Chapitre V: reproduction). Le suivi de l'allongement marginal chez *M. rubra* n'a pas pu être effectué faute d'échantillons durant la période d'étude.

L'existence d'une corrélation très hautement significative entre la longueur totale d'*E. costae* et *M. rubra* et le rayon de leurs écailles ($r = 0,93$ et $r = 0,62$, respectivement), nous a

permis d'effectuer un rétrocalcul des tailles aux différents âges. La scalimétrie peut être considérée comme une méthode valide pour l'étude de la croissance d'*E. costae* et *M. rubra*. L'ordonnée à l'origine de la droite de régression unissant ces deux grandeurs nous a permis d'obtenir la longueur totale des alevins lorsque leurs premières écailles apparaissent (0,34 cm et 0,85, respectivement). Cette information nous paraît tout à fait cohérente étant donné que les écailles se forment sur le corps alors que le poisson a déjà une certaine taille, contrairement à l'otolithe qui apparaît déjà dans l'œuf des poissons téléostéens (Geffen, 1983).

Les valeurs observées et théoriques de la longueur totale et le poids éviscéré des poissons aux différents âges sont généralement proches et montrent que les croissances linéaire et pondérale sont parfaitement décrites par le modèle de Von Bertalanffy. Les longueurs et poids asymptotiques déterminés chez la population totale ($L_{\infty} = 126,7$ cm; $P_{\infty} = 16997$ g), les femelles ($L_{\infty} = 100$ cm; $P_{\infty} = 9803$ g) et les mâles ($L_{\infty} = 116,30$ cm; $P_{\infty} = 15563$ g) sont supérieures aux longueurs totales maximales et aux poids maximums observés chez la population totale, les mâles ($L_t = 84,6$ cm; $P_e = 5590$ g) et les femelles ($L_t = 61,5$ cm; $P_e = 1906,2$ g) d'*E. costae*. La comparaison des paramètres de croissance de Von Bertalanffy (L_{∞} , k , t_0) et de l'indice de performance (ϕ) entre deux populations riveraines d'*E. costae* (algérienne et tunisienne) montre une meilleure croissance chez la population des côtes de l'est d'Algérie ($\phi = 3,16$) par rapport à celle du golfe de Gabes ($\phi = 2,76$). Cette performance de croissance est comparable à celle obtenue chez son congénère *E. marginatus* de l'archipel Lavezzi, en Corse du Sud ($\phi = 3,16$) (Bouchereau *et al.*, 1999) mais elle est bien inférieure chez d'autres populations de mérours bruns, comme c'est le cas de celles des côtes algériennes ($\phi = 2,99$) (Kara et Derbal, 1995) et égyptiennes ($\phi = 2,85$) (Rafail *et al.*, 1969). Nous supposons que ces différences géographiques de la croissance chez les mérours et les badèches, comme c'est le cas de la majorité des téléostéens côtiers, seraient liées non seulement aux aléas méthodologiques (fiabilité de la méthode de détermination de l'âge), mais aussi aux conditions biotiques et abiotiques du milieu (température, disponibilité trophique, compétition intra et interspécifique, pression de la pêche artisanale et sportive).

La croissance relative chez *E. costae* des côtes est de l'Algérie est isométrique chez la population totale, les femelles et les mâles. La comparaison des valeurs de b par rapport à celles obtenues par d'autres auteurs en Méditerranée révèle quelques différences (Tab. 17). Sur les côtes tunisiennes et autour de l'archipel Lavezzi, le poids croît au même rythme que la taille. Ces différences de la croissance relative peuvent être attribuées à la disparité des

habitudes alimentaires au cours du développement ontogénique, en particulier entre les individus âgés et ceux de petite taille. Les besoins énergétiques mobilisés par les individus matures pour l'élaboration des gamètes, par opposition aux individus immatures, pourraient aussi expliquer cette différence de croissance. La situation géographique associée aux conditions environnementales, les pathologies parasitaires sont autant de facteurs qui peuvent affecter la valeur de b (Le Cren, 1951; Bagenal et Tesch, 1978).

Tableau 17. Comparaison de la relation taille-poids d'*Epinephelus costae* dans les différentes régions méditerranéennes (N: effectif, a: intercepte, b: coefficient d'allométrie, s: erreur standard, r: coefficient de corrélation, N-E: nord-est, PT: population totale, F: femelles, M: mâles).

Zone d'étude	Sexe	N	a	b	s	r	Auteurs
L'île de Lavezzi (Corse du Sud)	PT	22	0,13	2,60	/	0,95	Bouchereau <i>et al.</i> , (1999)
Golfe de Gabes (Tunisie)	PT	109	2,303	1,040	0,036	0,93	Bouain(1986)
Golfed'Annaba (Algérie)	PT	306	0,020	2,819	0,122	0,98	Présente étude
	F	190	0,019	2,834	0,076	0,96	
	M	62	0,008	3,041	0,087	0,96	

5. CONCLUSION

La scalimétrie s'est avéré une méthode valide pour l'estimation de l'âge de la badèche *E. costae* et le mérou royal *M. rubra* avec un taux de réussite élevé pour la population des côtes de l'est d'Algérie (94,5%). Les longueurs et les poids totaux varient entre 20,5 et 84,6 cm et entre 106,13 et 6015 g, respectivement pour *E. costae*, et entre 21,1 et 29,7 cm et 119,05 et 287,11 g pour *M. rubra*. La population totale échantillonnée est âgée entre 1 et 12 ans (femelles: 2-7 ans, mâles: 4-12 ans) pour la badèche et 1 et 2 ans pour le mérou royal. Le suivi temporel de l'allongement marginal à partir des écailles montre l'individualisation d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an. Son dépôt à lieu en mars. Le suivi de l'allongement marginal n'a pas été effectué chez *M. rubra* faute d'aléas d'échantillonnage durant la période d'étude. Une étroite relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de son écaille a été mise en évidence, ce qui nous a permis d'effectuer un rétrocalcul des tailles du poisson aux différents âges. La taille à l'apparition des premières écailles des alevins correspond à 0,34cm

pour la badéche *E. costae* et 0,85 cm pour *M. rubra*. Les paramètres de Von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance (ϕ) sont les suivants :

E. costae:

- $L_{\infty PT} = 126,7$ cm; $P_{\infty PT} = 16997$ g; $k_{PT} = 0,09$; $t_{o PT} = -0,65$; $\phi_{PT} = 3,16$.
- $L_{\infty F} = 100,4$ cm; $P_{\infty F} = 9208,8$ g; $k_F = 0,10$; $t_{o F} = -0,81$; $\phi_F = 3,04$.
- $L_{\infty M} = 116,1$ cm; $P_{\infty M} = 15563,5$ g; $k_M = 0,10$; $t_{o M} = -0,77$; $\phi_M = 3,10$.

M. rubra:

- $L_{\infty PT} = 60,17$ cm; $P_{\infty PT} = 1727,97$ g; $k_{PT} = 0,26$; $t_{o PT} = -0,88$; $\phi_{PT} = 2,97$.

Les valeurs observées et théoriques de la croissance linéaire et pondérale sont proches, ce qui indique une description adéquate de la croissance d'*E. costae* et de *M. rubra* par le modèle classique de Von Bertalanffy. La croissance linéaire chez la population des côtes est de l'Algérie semble être meilleure que celle observée dans les autres régions méditerranéennes.

La croissance relative est toujours isométrique aussi bien chez la population totale qu'entre les sexes pour la badéche *E. costae*.

CHAPÎTRE V:REPRODUCTION

1. INTRODUCTION

La reproduction est l'un des aspects les plus importants dans l'étude de la biologie et de la dynamique d'une espèce donnée. Chez les Téléostéens d'intérêt économique, elle permet le contrôle de l'état des stocks exploitables, leur régulation, leur renouvellement, leur évolution spatio-temporelle, le contrôle expérimental de leur sexe (Yamazaki, 1976; Donaldson et Hunter, 1982) et la production de populations monosexuées ou stériles (Chevassus *et al.*, 1979a, b; Stanley, 1981), comme c'est le cas chez les espèces dulcicoles (Cyprinidae : Shelton, 1986; Salmonidae: Morin, 2012).

Globalement, la reproduction se déroule selon un processus cyclique avec une périodicité des cycles sexuels souvent annuelle et régie par les conditions environnementales. Dans les programmes piscicoles, la connaissance et la maîtrise de la biologie reproductive des espèces candidates est l'une des conditions de réussite de la pisciculture marine. Au cours de cette dernière décennie, cette activité a connu à grand essor à travers les programmes de diversification des poissons d'élevage en vue de domestiquer de nouvelles espèces marines d'intérêt économique. De nombreux travaux montrent aujourd'hui l'importance des mérus *Epinephelinae* en aquaculture (Annalie *et al.*, 2000) et les possibilités d'élevage d'*Epinephelus* (Gracia, 1996; Hassin *et al.*, 1997) ainsi que le succès de la reproduction artificielle chez les espèces *E. marginatus* (Hassin *et al.*, 1997; Glamuzina *et al.*, 1998 a, b, c; Marino *et al.*, 2003; Bruzón, 2007; Cunha *et al.*, 2009), *E. aeneus* (Hossu et Salnur, 2007; Lupatsch et Kissil, 2007) et *E. costae* (Glamuzina et Skaramuca, 1999; Glamuzina *et al.*, 2001; Ait Ali *et al.*, 2007).

La sexualité des téléostéens se caractérise par la grande variété de ses modalités d'expression (gonochorisme primaire ou secondaire, hermaphrodisme protandre ou protogyne, intersexualité) ainsi que par la labilité de la différenciation sexuelle et de l'activité fonctionnelle (Atz, 1964; Harrington, 1974). Si les caractères généraux de l'hermaphrodisme protérogyne sont assez bien connus chez les *Epinephelus* (Bruslé et Bruslé, 1975; Andrade *et al.*, 2003), peu d'informations sont disponibles sur la fécondité ou la dynamique ovocytaire (Andrade *et al.*, 2003; Renones *et al.*, 2010). Pourtant, ces informations sont d'un intérêt fondamental en pisciculture et en halieutique puisqu'elles permettent une connaissance approfondie du potentiel reproductif des géniteurs et l'estimation des stocks à partir des données ichtyoplanctonologiques.

Les travaux consacrés à la gonadogenèse et au développement embryonnaire et larvaire chez les gros Serranidae, concernent le genre *Ephinephelus* avec un intérêt particulier

pour le mérrou brun *E. marginatus* (Bouain, 1980; Bouain et Siau, 1983; Kara et Derbal, 1999; Marino *et al.*, 2001; Andrade *et al.*, 2003; Renones *et al.*, 2010; Conдини *et al.*, 2013). Sur les côtes algériennes, les aspects de la biologie de la reproduction n'ont été abordés que chez *E. marginatus* (Kara *et al.*, 1999).

Cette étude a pour objectif de recueillir des informations complémentaires sur la sexualité des populations d'*E. costae* des côtes de l'est d'Algérie. En raison de l'insuffisance de spécimens de *M. rubra*, cet aspect n'a pas été abordé chez cette espèce.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Sex-ratio

La sex-ratio exprime la proportion en pourcentage d'individus mâles et femelles dans une population donnée. Elle est exprimée par la relation suivante: SR = nombre de mâles / nombre des femelles. L'écart des valeurs observées du sex-ratio par rapport à la proportion théorique 50 % est déterminé par un test de khi deux (χ^2) (Dagnelie, 1975); l'hypothèse nulle H_0 : sex-ratio = 50 % est testée par le calcul de la quantité:

$$\chi^2 = (M^2 / f) + (F^2 / f) - n, \text{ où :}$$

M : nombre de mâles ;

F: nombre de femelles ;

n : M + F : nombre de mâles et femelles dans l'échantillon ;

f = n/2 : Fréquence absolue théorique pour chaque sexe.

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

2.2. Examen macroscopique des gonades

L'observation macroscopique des gonades a révélé l'existence de six stades de maturité chez les femelles et de trois stades chez les mâles d'*E. costae*. Cette observation tient compte de la coloration des gonades, de leur consistance, de l'importance de la vascularisation superficielle, de l'épaisseur, de la transparence de la paroi ovarienne (possibilité d'observer les œufs pour les femelles et le sperme chez les mâles) et de la forme et du volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale. Le principe d'attribution d'un

stade à un poisson consiste à observer fréquemment un nombre élevé de gonades, afin d'arriver à l'image, la plus représentative possible, du stade de maturité de la population étudiée et des changements qui y surviennent avec le temps. Dans notre étude, nous avons utilisé l'échelle macroscopique de maturité des gonades proposée par Mayer *et al.* (1988) pour les femelles et Hasting (1981) pour les mâles.

2.3. Rapport gonado-somatique

Le rapport gonado-somatique ou RGS (Bougis, 1952) est un indice pondéral dont les variations temporelles, au sein d'une classe de taille, sont fonction de l'état de maturité sexuelle. Cet indice de reproduction indique des périodes préférentielles de ponte, mais ne peut en aucun cas rendre compte de l'intensité de la reproduction puisque celle-ci dépend également d'autres facteurs, entre autre de l'importance du stock reproducteur présent (Fontana, 1979). Il est défini par Bougis (1952) comme étant le pourcentage du poids des gonades sur le poids corporel. Le RGS est calculé mensuellement pour chaque individu selon l'expression suivante:

$$\text{RGS} = (\text{Pg} / \text{Pe}) \times 100, \text{ où:}$$

Pg : poids des gonades,

Pe : poids éviscéré du poisson.

Le RGS peut être considéré comme un véritable coefficient de maturation (Lahaye, 1981), dont la représentation graphique traduit correctement les différentes étapes de la maturation des gonades.

2.4. Rapport hépato-somatique

Chez les Osteichthyes, la gamétogenèse nécessite un apport énergétique que les espèces stockent en partie dans le tissu hépatique sous forme de glycogène et de lipides essentiellement. L'évolution du métabolisme lipidique en période d'activité sexuelle, représentée par le rapport hépato-somatique ou RHS, se traduit en particulier chez les femelles, par un transfert des réserves vers les ovaires. Le RHS est exprimé, mensuellement et pour chaque individu, suivant l'expression suivante:

$$\text{RHS} = (\text{Pf} / \text{Pe}) \times 100, \text{ où:}$$

Pf: poids du foie,

Pe: poids du corps éviscéré.

L'évolution mensuelle du RHS permet de quantifier les variations pondérales du foie au cours du temps. Selon le mode de stockage et la mobilisation des substances de réserve au niveau de cet organe, Bertin (1958) distingue deux catégories de poissons:

- les "poissons maigres", pour lesquels la maturation des gonades est précédée d'une accumulation lipidique dans le foie. Dans ce cas, le pic du RHS précède celui du RGS.
- les "poissons gras", pour lesquels l'accumulation lipidique a lieu dans le tissu musculaire. Dans ce cas, le foie n'intervient que dans la transformation de ces réserves lipides, d'où une évolution parallèle entre le RHS et le RGS.

2.5. Adiposité

Chez les Perciformes, la teneur en lipides est faible et constante dans les muscles mais varie considérablement au niveau du tissu périspécéral. Durant un cycle annuel, l'adiposité a été suivie et appréciée directement à l'œil nu en respectant l'échelle de Nikolsky (1963):

- Unité 0: absence de tissus graisseux.
- Unité 1: présence de quelques cordons graisseux dans les anses intestinaux.
- Unité 2: abondance de cordons graisseux le long de l'intestin qui reste toutefois visible.
- Unité 3: les cordons deviennent épais et dissimulent et/ ou couvrent complètement l'intestin.

2.6. Taille à la première maturité sexuelle

La taille à la première maturité sexuelle permet d'abord de connaître la participation des petits poissons à la reproduction. Sa connaissance trouve son application en dynamique des populations exploitées où elle permet de déterminer la taille minimale de capture. Cette taille coïncide avec le passage du stade juvénile (immature) au stade adulte, caractérisé par la capacité de participer à la reproduction. L'expression « première maturité sexuelle » paraît redondante, car en réalité, la maturité n'est atteinte qu'une seule fois, mis à part les cas d'hermaphrodisme. Tweddle et Turner (1977) ont défini la taille de première maturité (L_{50}) comme étant celle atteinte par 50 % des individus des deux sexes matures pour la première fois.

Les proportions des individus matures dans chaque classe de taille (intervalle de 2 cm) ont été calculées. Une fonction logistique reliant les proportions des individus matures et la longueur totale du poisson (Bakhayokho, 1983; Ouannes-Ghorbel *et al.*, 1996, 2002) a été

utilisée. Cette fonction permet en effet de suivre le degré de maturité sexuelle selon la taille et d'estimer avec précision les longueurs (L_{t50}), (L_{t25}) et (L_{t75}), souvent utilisées par la majorité des modèles d'évaluation des stocks. Cette fonction de forme sigmoïde s'écrit :

$$P = \frac{1}{1 + e^{(bLt+a)}}$$

avec :

P = proportions des individus matures ;

a et b = constantes.

Cette équation a été ajustée, selon la méthode des moindres carrés, aux données observées de maturité sexuelle chez les deux sexes. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel Minitab (version 13.2) (Anonyme, 2000). Par la suite, la longueur L_{t50} est estimé selon cette formule : $L_{t50} = -a/b$ et les longueurs L_{t25} et L_{t75} sont calculées par la formule suivante :

$$\ln(p/(1-p)) = a + bL_t.$$

La comparaison des valeurs de la première maturité sexuelle entre les mâles et les femelles a été effectuée à l'aide du test t de Student selon la méthode préconisée par Lamotte (1967).

2.7. Coefficient de condition où indice pondéral

Ce coefficient permet d'apprécier l'état pondéral relatif des poissons et la vitesse de croissance. Il peut varier en fonction des saisons, de la taille, de l'âge, de l'état de maturation des gonades et de l'adiposité. La formule classique du coefficient de condition est :

$$K = (P_e / L_t^3) \times 100$$

avec :

P_e : masse corporelle éviscérée (en grammes) ;

L_t : longueur totale (en centimètres).

Cette formule implique une croissance isométrique or chez *E. costae* des côtes de l'est d'Algérie, la croissance est allométrique. Par conséquent, la formule de K devient :

$$K = (P_e / L_t^b) \times 100, \text{ avec}$$

b: coefficient d'allométrie.

Le coefficient de condition a été calculé mensuellement et en fonction de la longueur totale des poissons. Il a été déterminé chez les mâles, les femelles, les individus matures et les immatures.

2.8. Analyse statistique

Pour comparer statistiquement les valeurs moyennes des rapports gonado et hépato somatiques, de l'adiposité et du coefficient de condition, nous avons utilisé l'ANOVA et le test de comparaison des moyennes deux à deux (test de Newman-Keuls, SNK) (Dagnélie, 1975). Il existe une différence significative lorsque les lettres a, b, c, d reportées sur le graphique sont différentes. Il n'existe aucune différence significative quand les lettres sont similaires, ce qui indique que les valeurs moyennes sont égales. Les tests ont été réalisés au moyen du logiciel Minitab (version 13.2) (Anonyme, 2000).

3. RÉSULTATS

3.1. Sex-ratio

Globalement, la population totale d'*E. costae*, représentée par un échantillon de 275 individus, est structurée de la manière suivante: 186 sont des femelles (67,64 %), 29 des mâles (10,55 %), 55 des immatures (20 %) et 05 des hermaphrodites (1,82 %) (Fig 26. Tab. XXIII en annexe). Les femelles mesurent entre 21,7 et 65,1 cm (165,8 - 1944,2 g) et les mâles entre 40,3 et 79,9cm (780-5661,13 g). La taille des immatures est comprise entre 21,1 et 39,9 cm (189,32 - 670 g) et celle des hermaphrodites entre 33,2 et 40,7 cm (360 - 916,16 g).

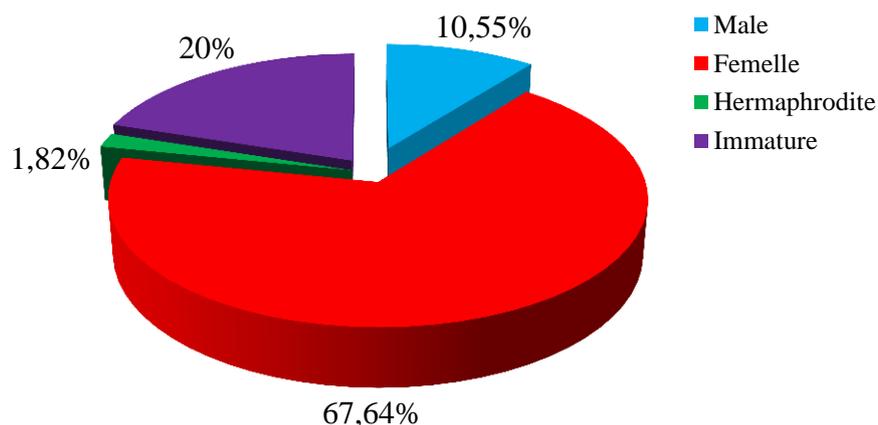


Figure 26. Structure de la population d'*Epinephelus costae* des côtes de l'Est de l'Algérie.

La valeur moyenne annuelle de la sex-ratio (67,64%) est en faveur des femelles durant la période d'échantillonnage (1 : 0,16) ($SR = 0,16 : 1$; $\chi^2 = 222$; $p \leq 0,05$) (Fig. 27; Tab. XXIV Annexe).

Malgré la présence presque régulière des mâles, les femelles dominent largement dans les prises durant toute la période d'échantillonnage (printemps: $SR = 0,073 : 1$; $\chi^2 = 92,35$; été: $SR = 0,356 : 1$; $\chi^2 = 44,28$; automne: $SR = 0,077 : 1$; $\chi^2 = 51,86$; hiver: $SR = 0,152 : 1$; $\chi^2 = 39,63$; $p \leq 0,05$) (Fig. 28; Tab. XXV Annexe). Il est aussi en faveur des femelles que ce soit en période ($SR = 0,3 : 1$; $\chi^2 = 61,62$; $p \leq 0,05$) où hors période de reproduction ($SR = 0,087 : 1$; $\chi^2 = 165,03$; $p \leq 0,05$) (Tab. 18).

Tableau 18. Sex-ratio (SR) d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie en période et hors période de reproduction (* : valeur significative en faveur des femelles).

Période	♂	♀	SR	χ^2_{obs}
Période de reproduction (juin- septembre)	18	60	0,3	61,62*
Hors période de reproduction (octobre- mai)	11	126	0,087	165,03*

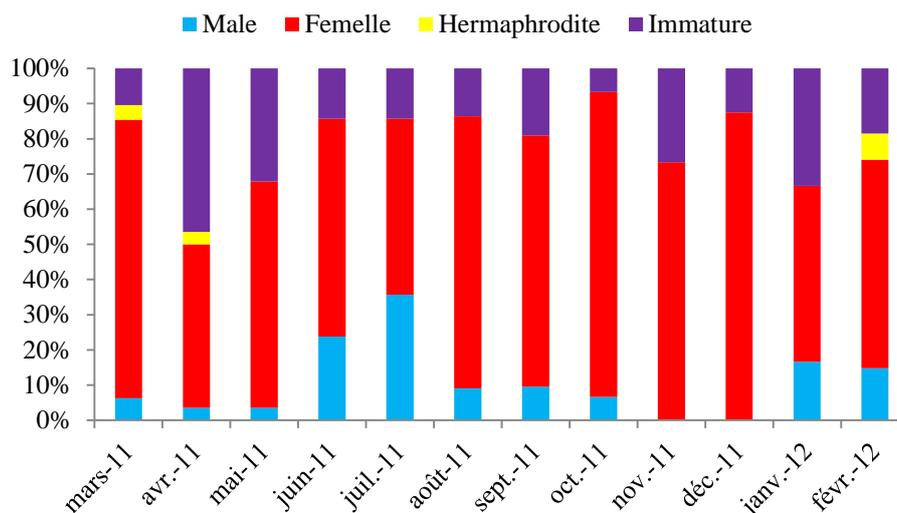


Figure 27. Evolution mensuelle de la sex-ratio d'*Epinephelus costae* des côtes de l'est de l'Algérie.

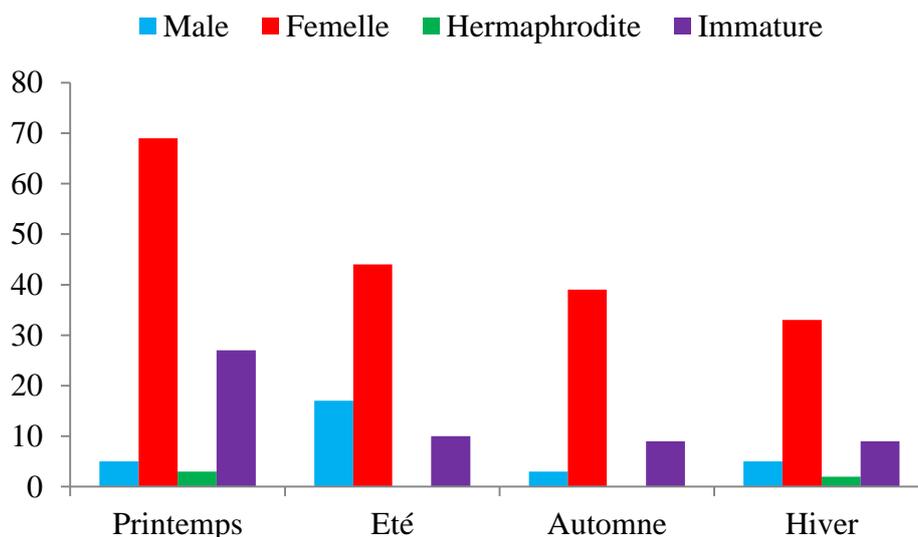


Figure 28. Structure saisonnière de la population d'*Epinephelus costae* des côtes de l'est de l'Algérie.

Le tableau XXVI (en annexe) résume les variations de la sex-ratio en fonction des classes de tailles. Même si les effectifs sont généralement inférieurs à 5, on peut supposer numériquement que la sex-ratio est en faveur des femelles dans les catégories de tailles comprises entre 20- 46 cm et constant pour les deux classes [46-48[et [58-60[, alors qu'il est en faveur des mâles pour les classes restantes (Fig. 29).

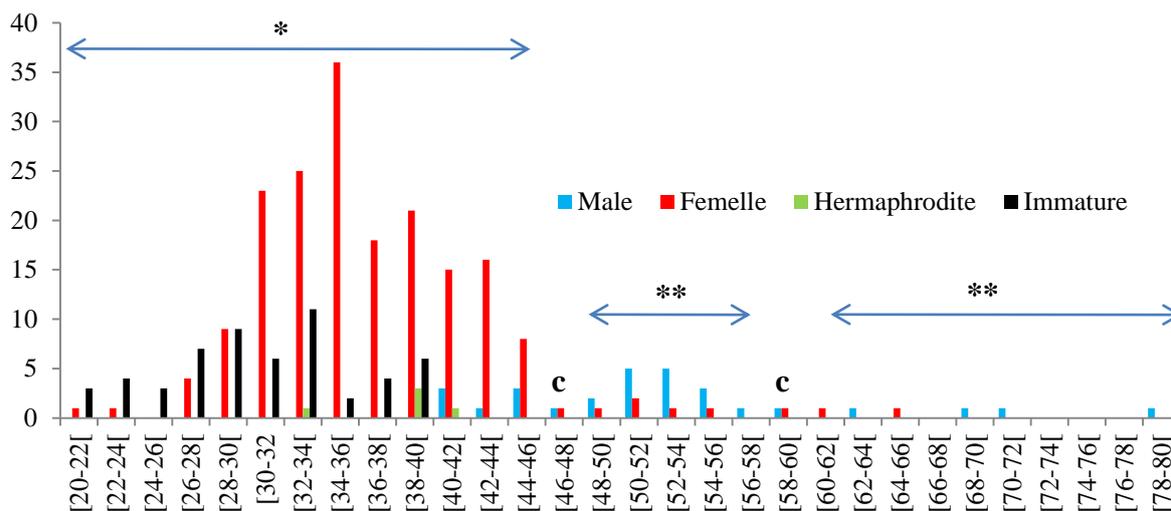


Figure 29. Variations de la sex-ratio d'*Epinephelus costae* en fonction des classes de tailles (signification: *. en faveur des femelles ; c. constant; **. en faveur des mâles).

Chaque gonade hermaphrodite examinée présente 2 territoires distincts qui adhèrent mais sans séparation conjonctive, l'un plus volumineux et de couleur rougeâtre selon son degré de maturité, et l'autre, de faible importance par rapport au premier et de couleur blanchâtre (Fig. 30). Au total, cinq gonades hermaphrodites ont été échantillonnées dont 2 en février, 2 en mars et 1 en avril, chez des individus mesurant entre 35,2 et 39,4 cm. Aucun cas d'hermaphrodisme n'a été observé durant le reste de la période d'échantillonnage.

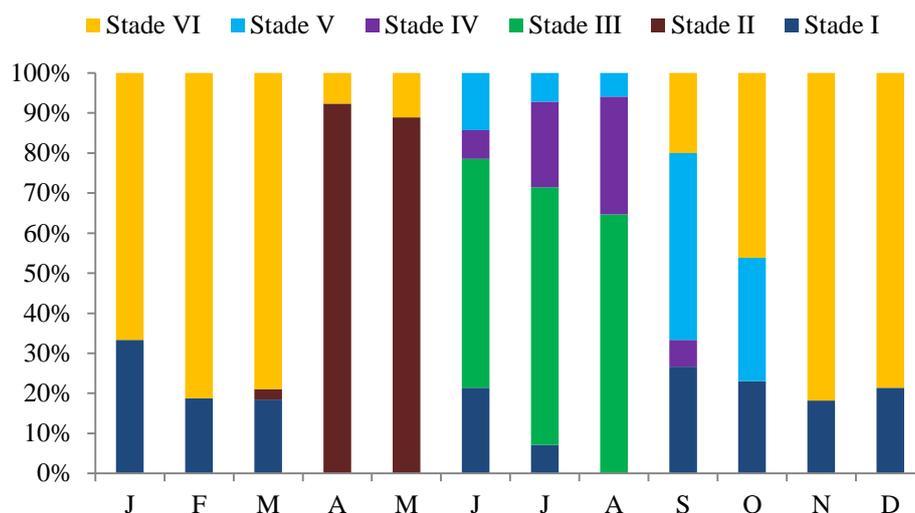


Figure 30. Gonade hermaphrodite d'*Epinephelus costae* des côtes de l'Est de l'Algérie (GM: gonades mâles; Gf: gonades femelles).

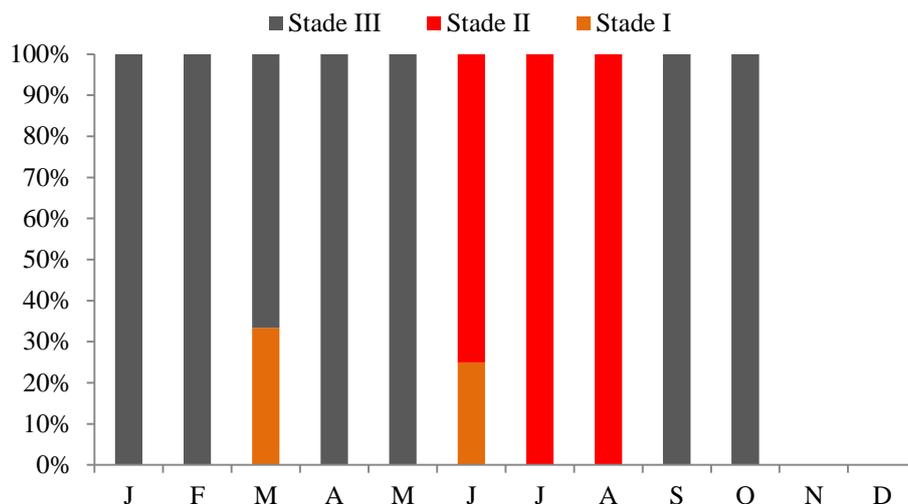
3.2. Stades de maturation

La figure 31 (A, B) et le tableau XXVII en annexe, faisant abstraction des mois de mars à février où les gonades sont en cours de maturation, présentent la succession et la répartition des différents stades macroscopiques des gonades (stades II, III, IV, V et VI de l'échelle de maturité). Ces résultats s'accordent parfaitement avec l'évolution du RGS.

D'une manière générale, la gamétogénèse débute en avril où l'on observe des ovaires au stade II (♀: 92,31%). Celles-ci atteignent leur développement maximal en juin (stades II, III, IV et V). Durant la période de juin à août, les ovaires sont généralement matures et commencent partiellement à émettre leurs gamètes (stades III, IV très développé, début du stade V, presque 100% des mâles sont au stade II = spermiant). A ce stade, nous rencontrons toujours des individus immatures au stade I chez les femelles (8,88%), alors qu'aucun mâle n'est immature à cette période. On observe aussi une absence totale du stade II. En septembre, le stade III disparaît carrément chez les femelles, alors qu'on observe encore des individus aux stades IV et V. Chez les mâles, tous les spécimens sont au stade III à partir de septembre, jusqu'au mois de mai de l'année suivante, avec une légère apparition du stade I durant le mois de mars (33,33%), cette période représente le repos sexuel. Chez les individus femelles, le stade VI est de longue durée puisqu'il se prolonge de septembre à mai où le repos sexuel concerne la majorité des individus femelles, à l'exception des individus immatures (stade I) qui sont présents tout le long de l'année.



(A)



(B)

Figure 31. Répartition mensuelle des différents stades de maturité chez les femelles (A) (stade II, III, IV et V de l'échelle de maturité) et les mâles (B) (stade I, II et III de l'échelle de maturité) d'*Epinephelus costae* des côtes de l'est Algérien.

3.3. Rapport gonado-somatique

L'évolution mensuelle du RGS (Fig. 32; Tab XXVIII en annexe) a une tendance similaire pour les deux sexes. En effet, la maturation des gonades débute en avril (σ^7 : 0,43; f : $0,38 \pm 0,46$), et se poursuit jusqu'en juin (σ^7 : $2,44 \pm 1,65$; f : $1,84 \pm 1,46$). Les valeurs du RGS chute à partir de juillet, aout et septembre pour atteindre des valeurs presque insignifiantes en octobre (f : $0,20 \pm 0,17$; σ^7 : $0,18 \pm 0$). A partir de ce mois, les valeurs évoluent au même rythme jusqu'en février.

L'ANOVA montre l'existence d'une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes du RGS (f : $F = 23,68$; σ^7 : $F = 4,09$; $p \leq 0,05$). Le test de comparaison des moyennes deux à deux (test de Newman-Keuls, SNK) montre que les valeurs moyennes obtenues en juin en plus de celle de juillet chez les femelles sont différentes des mois restants. Ces différences concernent les deux sexes.

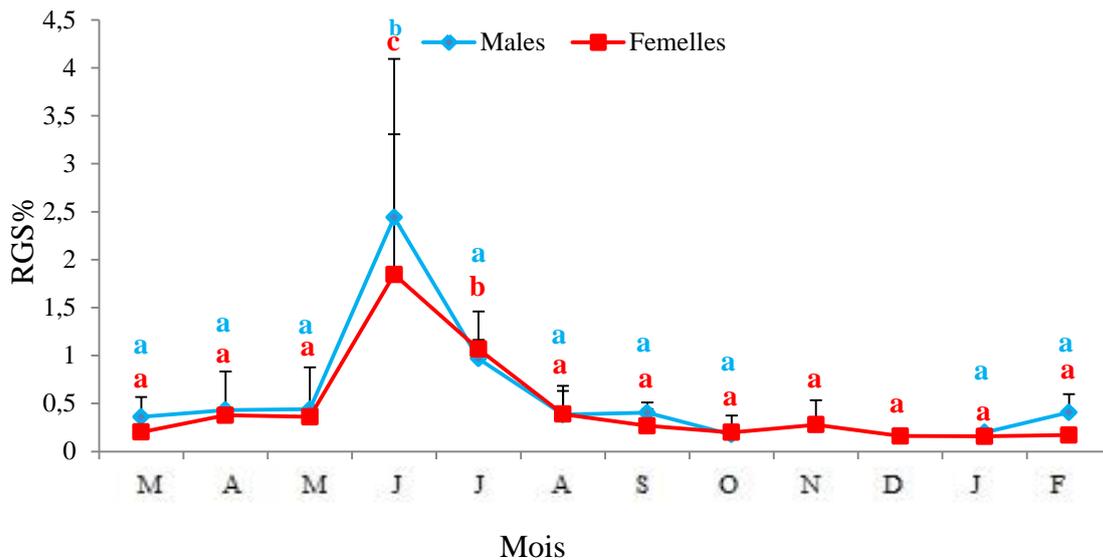


Figure 32. Evolution mensuelle du RGS chez *Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie (la dissemblance des lettres indique la différence significative entre les différents points).

3.4. Rapport hépato-somatique

Les valeurs minimales (♀ : $0,84 \pm 0,33$; ♂ : $0,79 \pm 0,33$) du RHS sont observées en août pour les deux sexes. A partir de septembre, elles augmentent progressivement (Fig. 33; Tab. XXIX en annexe) jusqu'à janvier pour les mâles et février pour les femelles, où le rapport atteint sa valeur maximale (♀ : $1,71 \pm 0,86$; ♂ : $2,66 \pm 0$). Le pic du RHS précède de 4 mois celui du RGS.

L'ANOVA montre l'existence d'une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes du RGS (♀ : $F = 5,799$; ♂ : $F = 4,920$; $p \leq 0,05$). Le test de comparaison des moyennes deux à deux (test de Newman-Keuls, SNK) montre que la valeur moyenne obtenue en janvier chez les mâles est différentes des autres mois restants, tandis que chez les femelles, on observe une succession des groupes de moyennes.

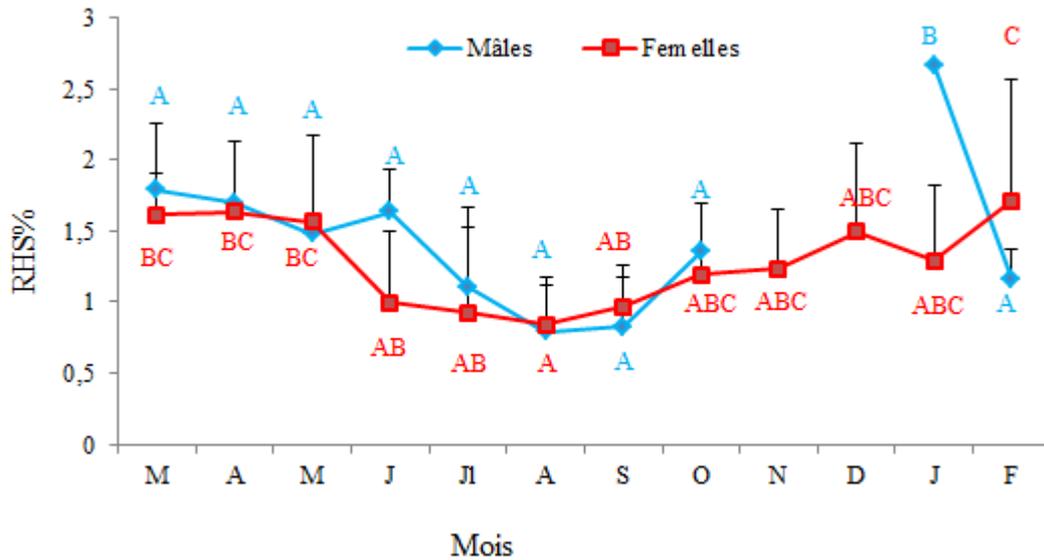


Figure 33. Evolution mensuelle du RHS chez les deux sexes d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. La dissemblance des lettres indique la différence significative entre les points.

3.5. Adiposité

L'adiposité (Ad.) varie entre 0 et 3. Elle est importante chez les femelles (Ad. = 3) en avril puis en janvier, février, mars, avril et mai chez les mâles. Des valeurs nulles sont enregistrées en juillet et août pour les deux sexes (Fig. 34 ; Tab. XXX en annexe). Ces mois coïncident avec la période de reproduction.

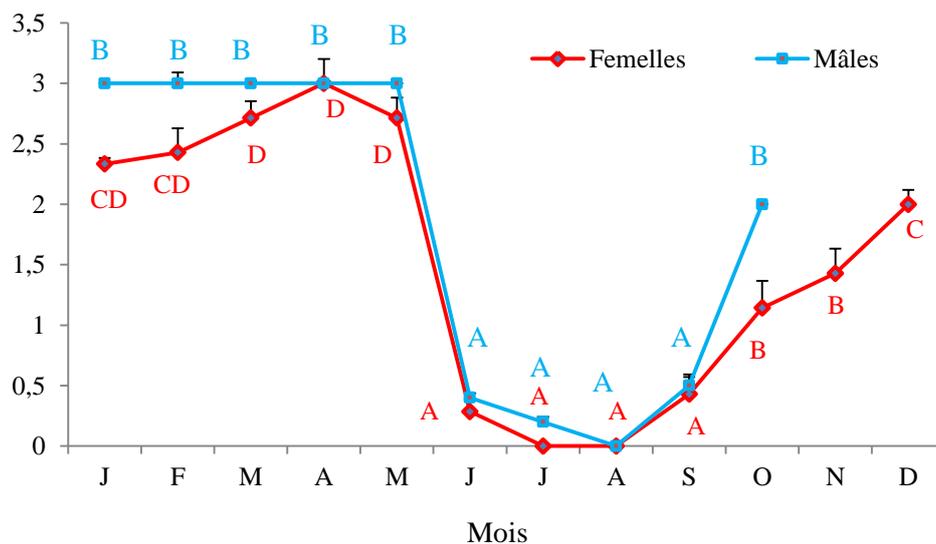


Figure 34. Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez les deux sexes d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. La dissemblance des lettres indique la différence significative entre les points.

3.6. Taille à la première maturité sexuelle

La taille à la première maturité sexuelle (L_{50}) est de 29 cm (2 an) chez les femelles et de 41 cm (4 ans) chez les mâles (Fig. 35; Tab. XXXI en annexe). L'intervalle de maturité sexuelle (I_m) relatif à ces tailles est compris entre 28 et 30 cm pour les femelles, tandis qu'il est de 40 et 42 cm pour les mâles.

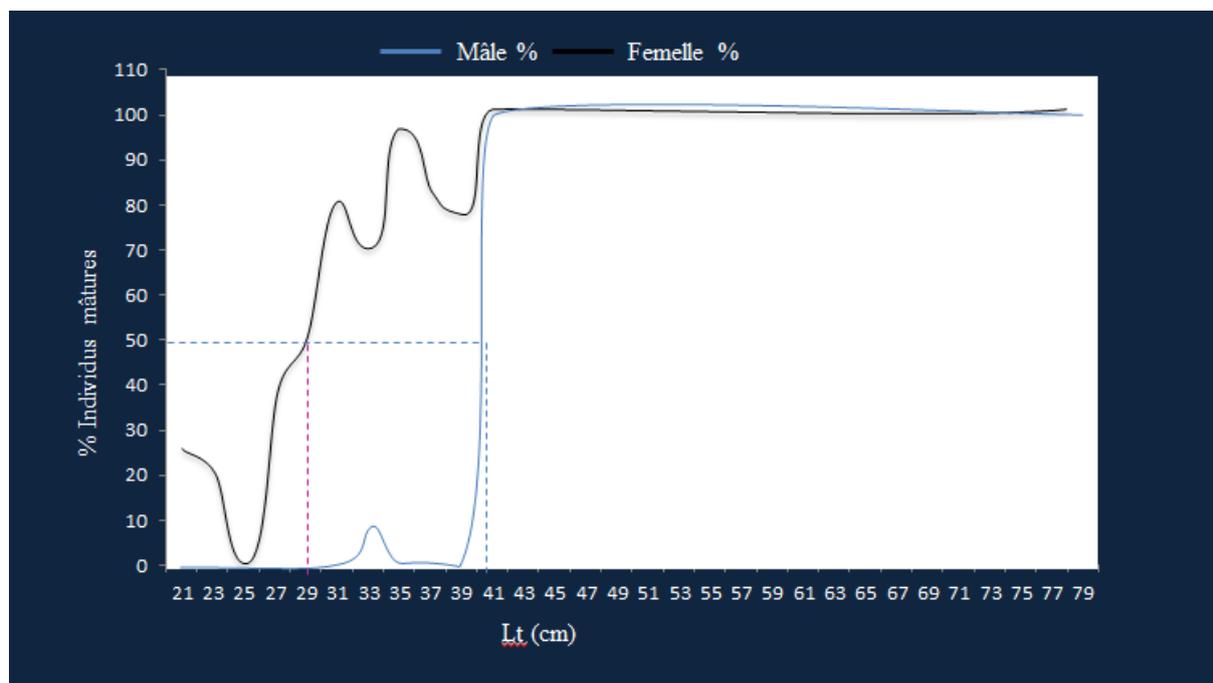


Figure 35. Taille à la première maturité sexuelle chez les femelles et les mâles d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie.

3.7. Coefficient de condition ou indice pondéral

Le suivi des variations temporelles du coefficient de condition K chez les deux sexes, a montré des fluctuations au cours du cycle annuel. Les valeurs les plus basses ($K_{\text{♂}} = 0,67 \pm 0,19$; $K_{\text{♀}} = 0,81 \pm 0,10$) sont enregistrées durant la période estivale (juin - août), qui coïncide avec la période de reproduction. En automne, hiver et printemps, ce coefficient augmente progressivement pour atteindre sa valeur maximale ($K = 1,60 \pm 0,12$) en décembre pour les femelles, et durant le mois de mars ($K = 1,56 \pm 0,28$) pour les mâles. (Fig. 36; Tab. XXXII en annexe).

L'ANOVA a montré l'existence d'une différence très hautement significative entre les valeurs mensuelles moyennes de K pour les deux sexes (♀ : $F = 32,715$; ♂ : $F = 11,735$; $p \leq 0,05$). En effet, les valeurs de l'indice pondéral enregistrées chez les mâles, présentent une

structure et une homogénéité des mois qui se ressemblent, avec la valeur de juillet qui se s'individualise. Tandis que chez les femelles, tous les mois sont différents l'un de l'autre.

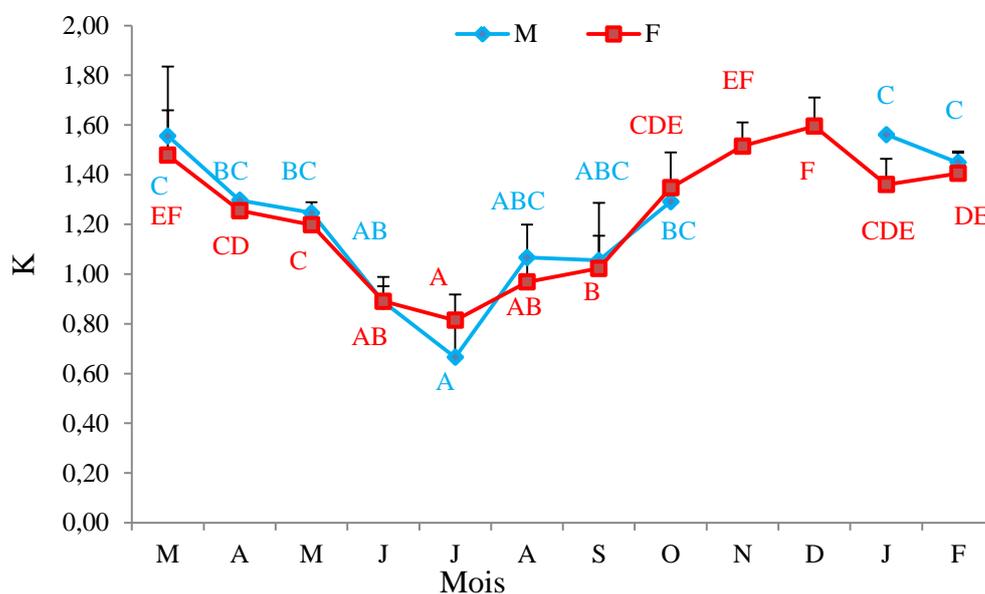


Figure 36. Variations mensuelles du coefficient de condition (K) chez les deux sexes d'*Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. La dissemblance des lettres indique la différence significative entre les points.

4. DISCUSSION

Avec la présence d'un ovotestis à prédominance ovarienne chez les individus dont la taille est comprise entre 35 (âge = 2 ans) et 45 cm (âge = 4 ans), nous pouvons considérer qu'*E. costae* des côtes de l'est algérien est hermaphrodite protogyne. Cet ovotestis, qui caractérise la majorité des gros Serranidae, a tendance de se constituer à partir d'un âge de 4 ans. Par contre, l'examen macroscopique des gonades n'a révélé qu'une faible contribution des individus hermaphrodites (< 2%), comme c'est le cas sur les côtes tunisiennes (2 à 3 %) (Bruslé et Bruslé, 1976; Bouain *et al.*, 1984).

La population échantillonnée est représentée essentiellement par des femelles qui dominant non seulement durant toutes les saisons, mais aussi en période de reproduction et hors période de reproduction. Cette dominance des femelles est observée aussi sur les côtes tunisiennes au détriment des mâles qui sont quasiment absents dans les captures (Bouain, 1984). Cette dominance de femelles pourrait s'expliquer par leur vulnérabilité aux méthodes de capture utilisées dans la région d'Annaba. La présence insignifiante des mâles qui sont généralement de plus grande taille serait liée d'une part au biais d'échantillonnage et d'autre

part au mode de vie des mâles, qui trouveraient refuges dans les plus grandes profondeurs, comme c'est le cas chez le mérout *E. marginatus* (Chauvet, 1991). Cependant, le ratio des badéches hermaphrodites est insignifiant. En effet, seulement cinq individus hermaphrodites avec prédominance ovarienne (75%) ont été identifiés, ce qui correspond à peine à 1,82% de la population échantillonnée.

Ces différences de la sex-ratio peuvent être attribuées à divers facteurs:

- Les aléas dus à l'échantillonnage, notamment à l'action sélective des engins de pêche artisanaux, difficile dans notre cas à évaluer d'une manière précise. Ils peuvent être à l'origine de la dissemblance dans les catégories de tailles. Dans notre cas, le nombre de spécimens de petite et de tailles moyennes dominant largement, à l'inverse des gros spécimens qui seraient difficilement accessibles dans les profondeurs avec les méthodes de pêche utilisées localement. D'ailleurs, les individus de cette catégorie de taille rencontrés accidentellement sur les étals sont souvent destinés à l'exportation.

- Les conditions trophiques figurent aussi parmi les causes essentielles de la fluctuation de la sex-ratio, notamment en période de reproduction (Kartas et Quignard, 1984).

- Le comportement ségréatif et dispersé des deux sexes en période de reproduction aurait une influence sur le déséquilibre de la sex-ratio. Il est probable que les femelles montrent un comportement grégaire et sédentaire, notamment en période de reproduction, comparé aux mâles qui seraient plus solitaires. Dans ce cas les femelles seraient plus exposées à l'action directe des engins de capture. Des situations de dispersion des deux sexes ont été décrites chez d'autres téléostéens des côtes de l'est algérien, comme c'est le cas chez le bar *Dicentrarchus labrax* (Kara, 1997) et le sar à grosses lèvres *D. cervinus cervinus* (Derbal, 2007).

Quel que soit le sexe, le rapport gonado-somatique augmente à partir d'avril, marquant le début de la vitellogénèse chez les femelles. Il atteint son apogée en juin pour les deux sexes, indiquant la phase finale de la vitellogénèse, puis diminue progressivement jusqu'en mars traduisant ainsi le repos sexuel qui est caractérisé par des gonades flasques. La badéche *E. costae* des côtes est de l'Algérie se reproduit saisonnièrement entre juin et septembre, ce qui est confirmé par la fréquence mensuelle des différents stades de maturation sexuelle reconnues à partir de l'aspect macroscopique des gonades. Le tableau 19 compare la période de reproduction de cette espèce dans quelques régions de Méditerranée et d'Atlantique.

Tableau 19. Comparaison des périodes de ponte d'*Epinephelus costae* dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique.

Régions et auteurs	Période de ponte	Durée (mois)
Présente étude	Juin - Septembre	4
Tunisie (Bouain, 1984)	Juillet - Septembre	3
Malte (Neil, 1966- 67)	Juillet - Septembre	3

La même période de reproduction a été décrite sur les côtes tunisiennes (Bouain, 1984) et Maltaises (Neil, 1966-67), mais plus précocement sur nos côtes (juin). Ce décalage de la période de reproduction n'est pas spécifique à *E. costae* puisqu'elle peut être observée selon la zone d'étude, soit précocement soit tardivement, chez de nombreux téléostéens, comme c'est le cas sur les côtes est algériennes pour les Sparidae (Nouacer *et al.*, 2007; Benchalel *et al.*, 2013; Derbal et Kara, 2013) et les Labridae (Bouhamou *et al.*, 2015). Il est admis que les conditions environnementales, comme l'alimentation et la densité de la population (Passakas et Tesch, 1980), la température (Harrington, 1974, 1975) et les facteurs sociaux (Reinboth, 1980), sont autant de facteurs épigénétiques qui ont une influence sur la durée de la gamétogénèse.

Les valeurs du rapport hépato-somatique et de l'adiposité sont aussi élevées que ceux du RGS. Le pic du RHS précède d'environ 4 mois celui du RGS, et de 1 à 4 mois celui de l'adiposité, ces deux derniers (RHS et Adiposité) sont inversement proportionnelles à ceux du RGS pendant ou hors la période de reproduction. Sur les côtes tunisiennes, le pic du RHS est observé en avril et précède celui du RGS de 3 mois. Avec des valeurs moyennes de l'adiposité proches de 2 pour les deux sexes, on peut supposer que *E. costae* est un poisson légèrement gras. Les faibles valeurs du RHS et de l'adiposité enregistrées durant la période de reproduction (juin, juillet et août) suppose que le foie joue un rôle prépondérant dans la reproduction, d'un côté dans l'accumulation et la mobilisation des substances énergétiques, indispensables à la production des gamètes, et d'un autre côté en jouant l'intermédiaire pour le transfert des réserves des muscles. Leurs faibles valeurs en juin, juillet et août correspondent à la phase finale de la maturation des gonades. Cette dernière coïncide avec le ralentissement de l'activité trophique de ce prédateur. Lorsque le RGS retrouve ses valeurs de repos sexuel (automne, hiver et début du printemps), les graisses périviscérales ou mésentériques augmentent et se stabilisent. Au cours de cette période, on note une reprise notable de l'activité trophique qui atteint son apogée en novembre et décembre (100% des tubes digestifs sont pleins). Cette intensification trophique se poursuit jusqu'au printemps et

se traduit par une amélioration de l'état d'engraissement des poissons. Le dépôt de ses graisses mésentériques serait aussi une préparation du poisson à la prochaine période de reproduction et aux conditions défavorables du milieu. Ces réserves, résorbées au moment de la vitellogénèse, transitent par le foie, ce qui explique le pic du RHS en janvier et février, et vont s'accumuler dans les ovocytes. Les valeurs du RHS et de l'adiposité évoluent avec une même tendance chez les femelles que chez les mâles, indiquant que les dépenses énergétiques liées au développement des gonades sont importantes chez les deux sexes, ce qui semble logique compte tenu de l'évolution du RGS des deux sexes en période où hors période de reproduction. Globalement, les poissons qui réduisent leur consommation de nourriture pendant la période de reproduction vont mobiliser les réserves endogènes stockées dans le tissu musculaire, adipeux et hépatique (Lal et Singh, 1987; Nassour et Léger, 1989; Martin *et al.*, 1993).

Concernant la taille à la première maturité des femelles et des mâles ($L_{t50\text{♀}} = 29$ cm; $L_{t50\text{♂}} = 41$ cm), une différence significative a été observée. La distance et la dispersion de ces deux longueurs totales confirment d'ailleurs le caractère hermaphrodite protogyne chez cette espèce. Ces tailles à la première maturité sexuelle diffèrent d'une région géographique à une autre, et d'une espèce à une autre, comme c'est le cas en Tunisie, où Bouain (1984) a trouvé des valeurs presque similaires pour la badéche *E. costae* (♀: 27 cm), alors que cette maturité n'est atteinte tardivement chez *E. marginatus* (36 cm) et *E. aeneus* (40 cm). Cette différence de la taille à la première maturité sexuelle entre les aires géographiques et les espèces s'expliquerait par les particularités hydrologiques et la disponibilité de la nourriture dans ces différentes localités de la Méditerranée et la disponibilité ou non de mâles à assurer la reproduction.

L'évolution mensuelle du coefficient de condition K est assez semblable chez les deux sexes. La tendance à la diminution de cet indice entre mars et juillet serait le résultat de la demande d'énergie pour le processus de la vitellogénèse et l'élaboration des gamètes (Santos *et al.*, 1996), comme c'est le cas de nombreux poissons téléostéens marins (Sábat *et al.*, 2004). L'augmentation de l'indice de condition K entre août et décembre, s'expliquerait également par une intensification alimentaire ($C_v = 0\%$ en octobre et novembre; c.f. chapitre VI) afin de compenser les pertes énergétiques liées à la production des gamètes et de se préparer à la prochaine période de ponte, dans laquelle les badéches dépenseraient plus d'énergie. Le calcul de coefficient de condition des matures et des immatures montre l'influence de la reproduction pour les premiers alors qu'elle est quasiment nulle pour les

immatures. Les variations de cet indice mettent en évidence l'état d'engraissement surtout pendant les mois qui précèdent la reproduction. La tendance à l'augmentation de l'indice de condition K tout juste après la période de ponte montre que l'état d'embonpoint s'améliore rapidement chez *E. costae* des côtes est de l'Algérie. Cet indice atteint sa valeur maximale sur les côtes tunisiennes pour la même espèce en septembre tout juste vers la fin de la période ponte.

5. CONCLUSION

La sex-ratio de la population échantillonnée est en faveur des femelles durant toute la période d'échantillonnage, quelque soit la saison, en période où hors période de reproduction, dans les catégories de tailles comprises entre 20- 46 cm, alors qu'elle est constante pour les deux classes [46-48] et [58-60], et en faveur des mâles pour les autres classes. Seulement, cinq (5) cas d'hermaphrodisme seulement ont été identifiés. Comme chez la plupart des *Epinephelus*, le mode de reproduction hermaphrodite protogyne est favorisé par *E. costae*.

La période de reproduction de cette espèce sur les côtes algériennes est saisonnière et se situe selon l'évolution du rapport gonado-somatique et la fréquence mensuelle des différents stades de maturation sexuelle, entre juin et septembre.

Le rapport hépato-somatique, l'adiposité et l'embonpoint montrent des variations liées au cycle reproducteur et des différences de ce dernier entre les matures et les immatures, notamment après l'acquisition de leur première maturité sexuelle. La badéche est classée parmi les poissons légèrement gras.

La taille à la première maturité sexuelle (L_{50}) a été estimée à partir des pourcentages des individus matures en fonction de classes de tailles croissantes durant tout le cycle. Les femelles et les mâles atteignent leur première maturité aux tailles respectives de 29 cm et de 41 cm, qui correspondent à 2 ans et 4 ans respectivement. Ces deux tailles ne varient pas significativement.

CHAPÎTRE VI: RÉGÎME ALÎMENTAÎRE

1. INTRODUCTION

L'étude des habitudes alimentaires des poissons est essentielle dans la compréhension de la biologie des populations dans un écosystème aquatique (Ugwumba, 1992). La prise de nourriture et le comportement alimentaire des poissons sont étroitement liés à l'influence des facteurs écologiques (saisons, milieu et disponibilité des proies) et biologiques (taille, âge et sexe) et servent à assurer la croissance et les fonctions vitales et /ou à compenser la perte incessante d'énergie occasionnée par diverses activités (recherche de la nutrition, migration et reproduction).

La diversité et la disponibilité d'aliments dans le milieu sont autant de facteurs pouvant affecter directement la croissance et indirectement la maturation, l'état de santé ainsi que la mortalité naturelle des poissons (Wootton, 1990). Les informations sur l'alimentation et les niveaux trophiques peuvent être aussi utilisées en halieutique. En effet, leur incorporation dans les modèles mathématiques appropriés permet d'apprécier dans le milieu naturel les quantités de proies consommées par les différents prédateurs (Jennings *et al.*, 2001).

Globalement, les données relatives à l'éthologie alimentaire des espèces de poissons peuvent apporter quelques réponses à plusieurs questions d'ordre écologique, telles que :

(1) la niche écologique et par extension l'habitat (Relini *et al.*, 2002; Hajisamae *et al.*, 2004; Fabi *et al.*, 2006), (2) le niveau trophique spécifique (Pauly et Christensen, 2000; Stergiou et Karpouzi, 2002), (3) la relation entre la morphologie du prédateur et ses habitudes alimentaires (Costa et Cataudella, 2007), (4) la sélection des proies (Zander et Berg, 1984; Stergiou et Fourtouni, 1991), notamment chez les formes larvaires (Islam *et al.*, 2006; Rowlands *et al.*, 2006; Nunn *et al.*, 2007), (5) les interactions prédateurs-proies (Scharf *et al.*, 2000), (6) les changements ontogénétiques, saisonniers (Rodriguez-Ruiz *et al.*, 2002; Matic-Skoko *et al.*, 2004; Hajisamae *et al.*, 2006) et bathymétriques de l'alimentation (Preciado *et al.*, 2006).

Etant donné la difficulté d'observer *in situ* le comportement alimentaire des poissons, les scientifiques ont recouru souvent à l'exploration des contenus digestifs ou stomacaux qui semble être la meilleure méthode et certainement la plus utilisée pour étudier le régime alimentaire (Valente, 1992). Les données sont traitées en utilisant différentes méthodes d'analyse (méthodes numériques, gravimétriques, volumétriques et d'occurrence) dont les avantages et les inconvénients sont évoqués dans de nombreux travaux (Windell, 1971;

Windell et Bowen, 1978; Berg, 1979; Hyslop, 1980; Rosecchi et Nouaze, 1987; Tirasin et Jørgensen, 1999; Andersen et Bayer, 2008).

Chez les badèches *E. costae* et le mérrou royal *M. rubra*, les données sur le régime alimentaire sont très succinctes aussi bien en milieu naturel (Freitas, 1982; Diatta *et al.*, 2003; Gracia Lopez et Castelló-Orvay, 2005) qu'en milieu contrôlé (Castelló-i Orvay *et al.*, 1992; Glamuzina *et al.*, 2003). Cette étude a pour objectif principal de répondre à un besoin d'informations sur les populations d'*Epinephelus* de Méditerranée qui ont connu récemment des mortalités inquiétantes et inexplicables (Vendramin *et al.*, 2013; Kara *et al.*, 2014).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Echantillonnage

Le régime alimentaire a été étudié mensuellement, entre mars 2011 et février 2012. Au total, 275 individus d'*E. costae* dont la taille varie entre 21,1 et 79,9 cm et de poids compris entre 103,13 et 5390 g, et 29 individus de *M. rubra* ($21,7 < Lt < 29,7$; $133,20 < Pt < 329,44$), ont été examinés. Les poissons proviennent de la pêche artisanale et récréative exercée dans le golfe d'Annaba, entre les caps de Garde ($36^{\circ}58'11.18''N-7^{\circ}47'31.08''E$) et Rosa ($36^{\circ}56'55.84''N-8^{\circ}14'27.74''E$) (Fig. 37), et acquis auprès des mareyeurs et des poissonniers des villes d'Annaba et d'El-Kala. Les engins de pêches utilisées sont le filet trémail, la palangre et l'arbalète.

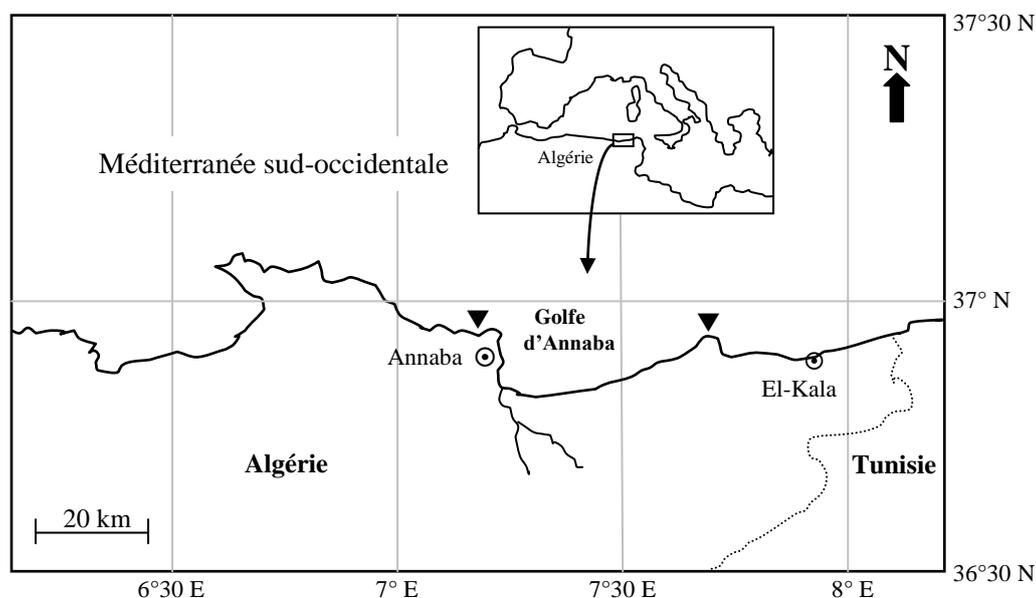


Figure 37. Localisation des sites de pêche d'*Epinephelus costae* et de *Mycteroperca rubra* des côtes de l'Est de l'Algérie.

2.2. Méthodes analytiques

2.2.1. Prélèvement et conservation des tubes digestifs

Au laboratoire, chaque poisson a été mesuré au millimètre près et pesé au gramme près. Les tubes digestifs, prélevés sur des poissons frais, ont été conservés dans une solution de formol dilué à 5%. Après, chaque tube digestif a été sectionné longitudinalement et vidé de son contenu. Le nombre de tubes digestifs vide a été noté.

2.2.2. Analyse qualitative

Les proies ingérées ont été identifiées soit à l'œil nue, soit sous une loupe binoculaire puis comptées et pesées au centième du gramme près. L'identification a été poussée jusqu'au niveau taxonomique le plus précis possible (classe, ordre, famille, genre et espèce) en tenant compte des règles citées ci-dessous :

- Les poissons partiellement digérés sont reconnus selon la présence de la chair et des structures ossifiées (nageoires paires ou impaires, écailles, arêtes ou colonnes vertébrales). Quel que soit le nombre de fragments musculaires, d'écailles ou d'arêtes trouvés dans le même estomac, nous comptabilisons la présence d'une seule proie. Cependant, chaque colonne vertébrale entière ou partie céphalique trouvée correspond à un poisson.
- Les crustacés eucarides (décapodes macroures, anomoures, brachyours) sont aisément reconnaissables à leurs appendices céphalothoraciques (rostre, périopodes, pièces buccales) ou abdominaux (pléopodes, telson). Lorsque leur reconstitution est incertaine, le nombre d'individus correspond au nombre des yeux pédonculés divisé par deux. Les crustacés péracarides (isopodes et mysidacés), sont comptés aussi en divisant le nombre des yeux par deux.
- Les mollusques gastéropodes sont des proies assez résistantes aux sucs digestifs et restent souvent intacts. Ils se distinguent aisément par leur coquille univalve typiquement spiralée susceptible d'être obturée par un opercule. Cependant, il est pratiquement impossible de préciser avec exactitude si le mollusque a été ingéré vivant ou s'il doit être considéré comme un simple débris sédimentaire ingéré accidentellement par le prédateur. Quant aux céphalopodes, ils sont identifiés et comptés à partir des fragments de tentacules, du flotteur calcaire (os, plume), de la mâchoire (en bec de perroquet) ou des ventouses sur des fragments de tentacules ou sur les bourrelets terminaux.
- Les annélides, en particulier les polychètes, sont des proies reconnaissables à leurs corps annelés, bordés latéralement de soies lorsqu'ils sont entiers. Dans le cas d'une digestion

avancée, seules les soies et les mâchoires témoignent de leur présence. Quel que soit le nombre observé de soies, ils sont considérés comme une proie unique. La numération des polychètes s'effectue aussi en divisant le nombre de mâchoires par deux.

- Les végétaux, représentés par les Magnoliophytes (phanérogames) et les Macrophytes (algues), sont considérés aussi comme une proie unique quelle que soit leur prépondérance numérique.

- Enfin, tous les éléments non reconnaissables de nature animale, végétale ou sédimentaire ont été dénommés "divers". Ce groupe a été seulement identifié, mais non comptabilisé dans les calculs du régime.

2.2.3. Analyse quantitative et classement des proies

L'analyse quantitative du régime alimentaire consiste à calculer le coefficient de vacuité digestive (C_v), qui est le pourcentage de tubes digestifs vides par rapport au nombre total de tubes digestifs examinés, Ce coefficient permet d'apprécier l'intensité trophique de ce prédateur. Les variations significatives de la vacuité digestive en fonction de l'état de maturité sexuelle, du sexe, de la taille et des différentes saisons ont été recherchées

L'analyse quantitative nous a permis de mettre en évidence l'importance numérique ($C_n\%$), pondérale ($C_p\%$) et la fréquence d'occurrence ($F\%$) des proies ingérées. Ces indices sont ainsi incorporés lors du calcul de l'indice d'importance relative (IRI) de Pinkas *et al.* (1971), modifié par Hacunda (1981). L'indice d'importance s'écrit de la manière suivante :

$$IRI = F_i \cdot (C_{n_i} + C_{p_i})$$

avec:

$$F_i (\%) = \text{fréquence de proie} = \frac{\text{Nombre de tubes digestifs contenant la proie } i \text{ ou } N_i}{\text{Nombre de tubes digestifs pleins examinés}} \times 100$$

$$C_{n_i} (\%) = \text{pourcentage numérique de proie} = \frac{\text{Nombre d'individus de la proie } i \text{ ou } n_i}{\text{Nombre total des proies}} \times 100$$

$$C_{p_i} (\%) = \text{Pourcentage en poids d'une proie} = \frac{\text{Poids total de la proie } i \text{ ou } p_i}{\text{Poid total des proies}} \times 100$$

Pour mieux apprécier les proportions taxonomiques ingérées par ce prédateur, ces valeurs ont été transformées en pourcentages indiciaires de l'IRI (Rosecchi et Nouaze, 1987) selon l'équation suivante :

$$\% \text{ IRI} = \left(\frac{\text{IRI}}{\sum \text{IRI}} \right) \cdot 100.$$

Le nombre (Nm) et poids moyens (Pm) sont les rapports entre le nombre et le poids totaux des proies identifiées sur le nombre de tubes digestifs pleins examinés.

Après les proies ont été classées selon un ordre décroissant de leurs contributions dans le régime selon les valeurs des pourcentages indiciaires. Dans cet ordre, les pourcentages indiciaires des premiers aliments ont été additionnés progressivement jusqu'à obtenir 50% ou plus. Ces items ont été appelés aliments préférentiels. Le calcul a été poursuivi jusqu'à obtenir 75% ou plus et ces items ont été qualifiés d'aliments secondaires. Les autres items de la liste ont été considérés comme des aliments accidentels.

2.2.4. Analyse statistique

La composition et les variations du régime alimentaire d'*E. costae* ont été comparées également en fonction de l'état de maturité sexuelle (juvéniles et adultes), du sexe (mâles et femelles), de la taille (petits: < 25cm; 25 < moyens < 50cm; grands > 50cm) et des différentes saisons d'échantillonnage (printemps, été, automne et hiver). La détermination du sexe et des stades de maturité ont été effectués à partir des critères morpho-anatomiques des gonades (Hasting, 1981; Mayer *et al.*, 1988). La signification statistique de ces variations a été évaluée par le coefficient de corrélation du rang de Spearman (ρ) (Fritz, 1974), appliqué sur les rangs qu'occuperaient les différentes proies:

$$\rho = 1,0 - \frac{(6 \sum d^2)}{n^3 - n}$$

avec:

n : nombre d'items ingérés,

d : différence entre rangs.

Les proies ont été rangées par ordre d'indice décroissant afin d'obtenir deux séries appariées. Le nombre de rangs doit être identique dans les deux échantillons, de manière à ce que si l'une des catégories de taxons n'apparaît pas dans l'un des échantillons, elle se voit tout de même affectée un rang. Si le pourcentage d'indice d'importance relative (%IRI) est identique à l'intérieur d'une même série taxonomique, on assigne à chacun des items un rang

commun, qui sera la moyenne des rangs que les proies auraient eu s'il n'y avait pas eu d'*ex-æquo*. La signification statistique de ρ est connue grâce à la distribution "t" de Student à $n - 2$ degrés de liberté (Dagnélie, 1975):

$$t = \left[\frac{\rho}{(1 - \rho^2)^{1/2}} \right] \cdot (n - 2)^{1/2}$$

3. RÉSULTATS

3.1. Vacuité digestive

Sur 275 tubes digestifs examinés chez *E. costae*, 49 étaient vides, ce qui correspond à un coefficient de vacuité moyen annuel de 17,82%. Allant de la valeur maximale de 45,45% observée en août, le coefficient de vacuité chute progressivement en septembre et octobre pour atteindre les valeurs de 23,8% et 33,33%, respectivement. Au cours des mois restants, la vacuité subit de notables variations et marque des valeurs nulles en novembre, décembre, janvier et avril (Fig. 38; Tab. XXXIII en annexe).

Chez *M. rubra*, seize (16) estomacs sur les vingt-neufs (29) examinés étaient vides, ce qui correspond à une vacuité moyenne annuelle est de 55,17%. Vu l'indisponibilité des effectifs, nous n'avons pas pu effectuer de comparaisons temporelles.

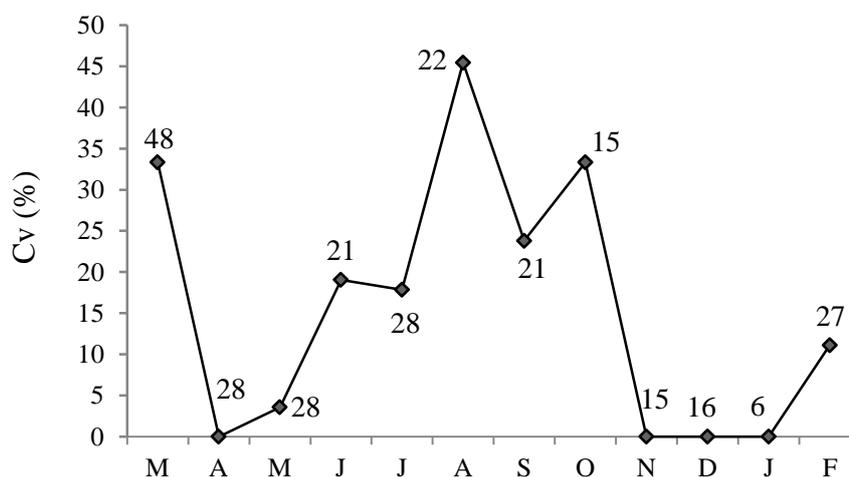


Figure 38. Evolution mensuelle du coefficient de vacuité digestive (Cv %) chez *Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. Les valeurs mentionnées dans le graphique représentent le nombre total de tubes digestifs examinés mensuellement.

Les variations saisonnières montrent une vacuité maximale en été (Cv= 26,76%) et minimale en hiver (Cv = 6,12%) (Fig. 39; Tab XXXIV en annexe). Toutefois, la différence significative entre les saisons n'est observée qu'entre l'hiver et l'été ($\chi^2 = 0,04$; $p \leq 0,05$).

Pour ce qui est de la badéche royal *M. rubra*, les variations saisonnières n'ont pas pu être calculées en raison de l'indisponibilité de l'échantillon durant la période d'étude.

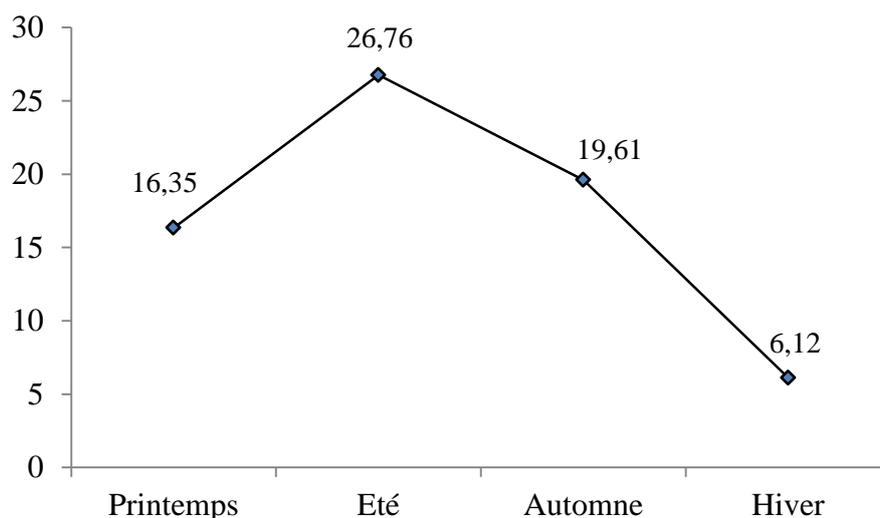


Figure 39. Evolution saisonnière du coefficient de vacuité digestive (Cv %) chez *Epinephelus costae* sur les côtes est de l'Algérie. Les valeurs mentionnées dans le graphique représentent le nombre total de tubes digestifs examinés saisonnièrement.

Les variations de ce coefficient (Cv) en fonction des catégories de tailles (petits, moyens, gros), du sexe (mâles, femelles), des stades de maturité (immatures, matures) et des saisons sont consignées respectivement dans le tableau 20.

Vu la faible représentativité (taille, sexe, saisons) de la population échantillonnée de *M. rubra* durant la période d'étude, la vacuité n'a pas pu être calculée pour cette espèce.

Tableau 20. Comparaison statistique du coefficient de vacuité digestive (Cv %) en fonction du sexe, de la maturité, de la taille et des saisons d'échantillonnage chez *Epinephelus costae* des côtes est de l'Algérie. -: aucune différence significative.

Paramètres	Khi-deux	Seuil	Signification
SAISONS			
Printemps - Eté	0,127	0,05	-
Eté - Automne	0,396		
Automne - Hiver	0,072		
Hiver - Printemps	0,121		
ETAT DE MATURETE			
Immatures - Matures	0,169	0,05	-
SEXES			
Femelles - Mâles	0,215	0,05	-
TAILLES			
Petits – Moyens	2,24	0,05	-
Moyens – Gros			
Gros - Petits			

3.2. Diversité des proies ingérées

Nous avons identifié chez *E. costae* un total de 319 proies pour un poids global de 934,85 g, soit, par tube digestif plein, un nombre et un poids moyens de proies de 1,4 et 4,14 g, respectivement. Cinq items différents ont été identifiés (Chordata, Pancrustacea, Mollusca, Annelida et Plantae). Au total 33 espèces, dont 29 animales et 4 végétales, ont été identifiées dans les tubes digestifs des individus examinés: 5 Sparidae (*Lythognathus mormyrus*, *Diplodus sargus sargus*, *D. puntazzo*, *D. vulgaris*, *Boops boops*), 3 Labridae (*Symphodus tinca*, *S. ocellatus*, *S. mediterraneus*), 2 Mugilidae (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*), 1 Mullidae (*Mullus surmuletus*), 1 Atherinidae (*Atherina boyeri*), 1 Pomacentridae (*Chromis chromis*), 1 Trachinidae (*Echiichtys vipera*), 1 Carangidae (*Trachurus mediterraneus*), 4 Decapoda macrura (*Palaemon serratus*, *Penaeus kerathurus*, *Parapenaeus longirostris*, *Aristeus antennatus*), 4 Decapoda brachyura (*Portunus hastatus*, *Liocarcinus vernalis*, *Carcinus aestuarii*, *Eriphia verrucosa*), 2 Isopoda (*Sphaeroma serratum*, *Anilocra* sp.), 3 Cephalopoda (*Alloteuthis subulata*, *Loligo vulgaris*, *Octopus vulgaris*), 1 Gastropoda (*Alvania* sp.), 2 Magnoliophyta (*Posidonia oceanica*, *Cymodosa nodosa*) et 2 Rhodophyta (*Scytosiphon lomentaria*, *Corallina* sp.) (Tab. XXXV, en annexe).

Tandis que chez *M. rubra*, seulement 89 proies pesant 32 g, soit un nombre et un poids moyens de proies de 6,85 et 2,46 g, respectivement par tube digestif plein ont été identifiés. Au total, 5 espèces appartenant a trois items (Chordata, Pancrustacea et Plantae) ont été recensées: 1 Sparidae (*Boops boops*), 2 Decapoda macrura (*Palaemon serratus*, *Penaeus*

kerathurus), 1 Decapoda brachyura (*Eriphia verrucosa*), 1 Magnoliophyta (*Posidonia oceanica*) (Tab. XXXVI, en annexe).

3.3. Classement global des proies

Le classement des proies chez *E. costae* selon le pourcentage de l'IRI, nous a permis de placer les Téléostéens (%IRI = 76,16) dans la catégorie des aliments préférentiels. Les proies carcinologiques ou Pancrustacea (crustacés décapodes et pércarides) viennent en second rang (%IRI = 16,14), bien avant les mollusques (%IRI = 6,24). Ces deux taxons sont considérés aussi des proies secondaires. Les aliments accessoires et accidentels sont représentés respectivement par les végétaux (%IRI = 1,44) et les annélides (%IRI = 0,02). (Tab. XXXV en annexe).

Chez *M. rubra*, le classement des proies fait ressortir les Pancrustacea comme aliments préférentielles (%IRI = 89,49). Les poissons Téléostéens viennent en second rang dans le menu des mérus royaux (%IRI = 9,84) et sont des aliments secondaires. Les plantes sont ingérées accidentellement (%IRI = 0,67) (Tab. XXXVI en annexe).

3.4. Variations ontogénétiques

Chez *E. costae*, la richesse spécifique est plus élevée chez les individus de taille moyenne (RS = 30) que chez les jeunes (RS = 6) et les grands individus (RS = 12). Par contre, le nombre et le poids moyens des proies ingérées augmentent proportionnellement avec la taille du prédateur (Petits: $N_{mP} = 0,89$ – $P_{mP} = 1,54$ g; Moyens: $N_{mM} = 1$ - $P_{mM} = 2,89$ g; Gros: $N_{mG} = 3$ - $P_{mG} = 16,29$ g). Les jeunes individus se focalisent principalement sur les Pancrustacea (%IRI = 51,71) puis les Téléostéens (%IRI = 30,43), les végétaux (%IRI = 12,38) et les mollusques (%IRI = 5,48). Par contre, les gros individus et ceux de taille moyenne ciblent principalement les Téléostéens (%IRI = 84,22 et 71,13, respectivement) puis les Pancrustacea (%IRI = 8,00 et 18,20, respectivement) et les mollusques (%IRI = 7,19 et 4,21, respectivement). Les annélides (%IRI = 0,04) et les macrophytes (%IRI = 1,43) sont consommés accidentellement par les individus de taille moyenne. Les végétaux sont ingérés accidentellement par les individus des deux catégories de tailles petits et grands (%IRI = 12,38 et 0,58, respectivement). La comparaison statistique du régime alimentaire en fonction des trois catégories montre une hétérogénéité pour les deux couples: petits/moyens et petits/grands (Fig. 40; Tab. XXXVII en annexe).

Vu l'intervalle réduit de la taille des individus échantillonnés de *M. rubra*, la comparaison du régime alimentaire en fonction des classe de taille n'a pas été effectuée.

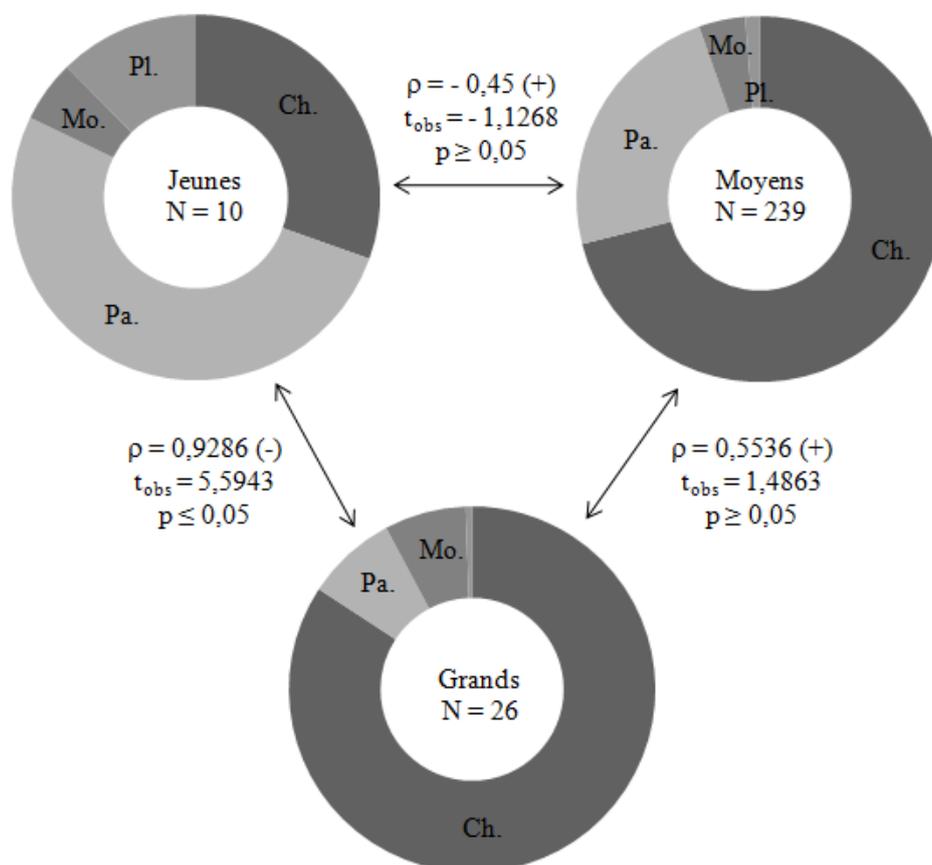


Figure 40. Comparaison statistique du régime alimentaire de la badèche *Epinephelus costae* des côtes de l'est algérien en fonction de la taille des poissons. ρ : coefficient de corrélation de Spearman (+: régime alimentaire homogène, -: régime alimentaire hétérogène, Ch.: Chordata, Pa.: Pancrustacea, Mo.: Mollusca, Pl.: Plantae). Les items aux %IRI inférieurs à 1% ne sont pas légendés.

3.5. Variations du régime alimentaire en fonction du sexe

Si chez *E. costae* le spectre alimentaire des femelles est plus diversifié (RS = 28) que celui des mâles (RS = 11), ces derniers ingèrent cependant presque deux fois plus de proies volumineuses ($Nm_{\sigma} = 2,26$ - $Pm_{\sigma} = 7,99$ g) que les femelles ($Nm_{\text{f}} = 1,38$ - $Pm_{\text{f}} = 4,1$ g), notamment des Téléostéens (Cn = 75,41%) et des mollusques céphalopodes (Cp = 57,69%). Les Pancrustacea sont un peu plus fréquents et nombreux chez les femelles (F = 22,60%; Cn = 29,85%) que chez les mâles (F = 22,22%; Cn = 11,48%). Le pourcentage de l'IRI fait

ressortir les Téléostéens comme des aliments préférentiels chez les deux sexes (IRI%_♀ = 74,55 ; IRI%_♂ = 85,88). Les mollusques et les Pancrustacea sont ingérés secondairement alors que les deux autres taxons sont considérés des proies accidentelles. Le calcul du coefficient de corrélation de Spearman sur le rang des principaux items ingérés, ne montre aucune différence dans la composition du régime alimentaire entre les mâles et les femelles ($\rho = 0,9$; $t_{\text{obs}} = 3,5762$; $p < 0,05$) (Tab. XXXVIII en annexe).

Pour la badéche royal *M. rubra*, la variation du régime en fonction du sexe n'a pas pu être effectuée pour des raisons déjà précitées.

3.6. Variations du régime alimentaire entre les matures et les immatures

Les matures d'*E. costae* diversifient plus leur alimentation de base (RS = 30) que les immatures (RS = 19) et consomment plus de proies massives (Nm_M = 1,5 – Pm_M = 4,64 g; Nm_I = 1,1 – Pm_I = 2,31 g). Les Téléostéens dominent numériquement dans le bol alimentaire des matures et des immatures (Immature IRI% = 59,40 ; Mature IRI% = 44,44), suivis des Pancrustacea avec un IRI qui est égal à 35,19% et 25,94% pour les immatures et les matures, respectivement. Les Téléostéens dominent pondéralement chez les immatures (Cp% = 78,24), tandis que s'ajoute à eux les mollusques céphalopodes chez les individus mâtures (Cp% Téléostéens = 47; Cp% Mollusques = 43,68). On remarque que les immatures et les mâtures se nourrissent préférentiellement de Téléostéens (immatures IRI% = 73,50; mâtures IRI% = 76,92) suivis de Pancrustacea (immatures IRI% = 24,22; mâtures IRI% = 14,19 (Tab. XXXIX en annexe). La valeur significative du coefficient de corrélation de rang confirme l'homogénéité du régime alimentaire entre les immatures et les matures ($\rho = 0,9$; $t_{\text{obs}} = 3,5762$; $p < 0,05$).

Ces variations n'ont pas pu être recherchées chez *M. rubra*, étant donné que la fraction examinée était constituée que d'individus immatures.

3.7. Variations saisonnières

Au printemps, *E. costae* diversifie davantage son alimentation (RS = 26) et ingère en moyenne 1,5 proies, d'un poids moyen de 3,37 g. En été, il cible moins d'espèces (RS = 16) mais consomme plus de proies volumineuses (Nm = 2,5 - Pm = 6,99 g). Cette consommation intense se poursuit jusqu'en automne (RS = 12, Nm = 1,37, Pm = 5,77 g) avant qu'elle ralentit en hiver (RS = 12, Nm = 1,0 - Pm = 1,43 g) (Tab. XXXIX en annexe). Les Téléostéens constitue l'aliment préférentiel en printemps et en automne, suivie des crustacés et

mollusques qui sont ingérés accessoirement. En été et en hiver, les Téléostéens deviennent des aliments prisés, suivis des Pancrustacea comme aliment secondaire en été, et à qui s'ajoute les mollusques en hiver pour occuper ce rang. Tous les autres taxons quelle que soit la saison d'échantillonnage sont considérées aliments accidentels. La comparaison statistique du coefficient de corrélation de rang de Spearman met en évidence un régime alimentaire hétérogène qu'entre l'été et l'automne ($\rho = 0.7$; $t_{\text{obs}} = 1.6977$; $p < 0.05$) (Fig. 41).

Les variations saisonnières du régime alimentaire chez *M. rubra* n'ont pas pu être recherchées en raison de l'indisponibilité de l'échantillon.

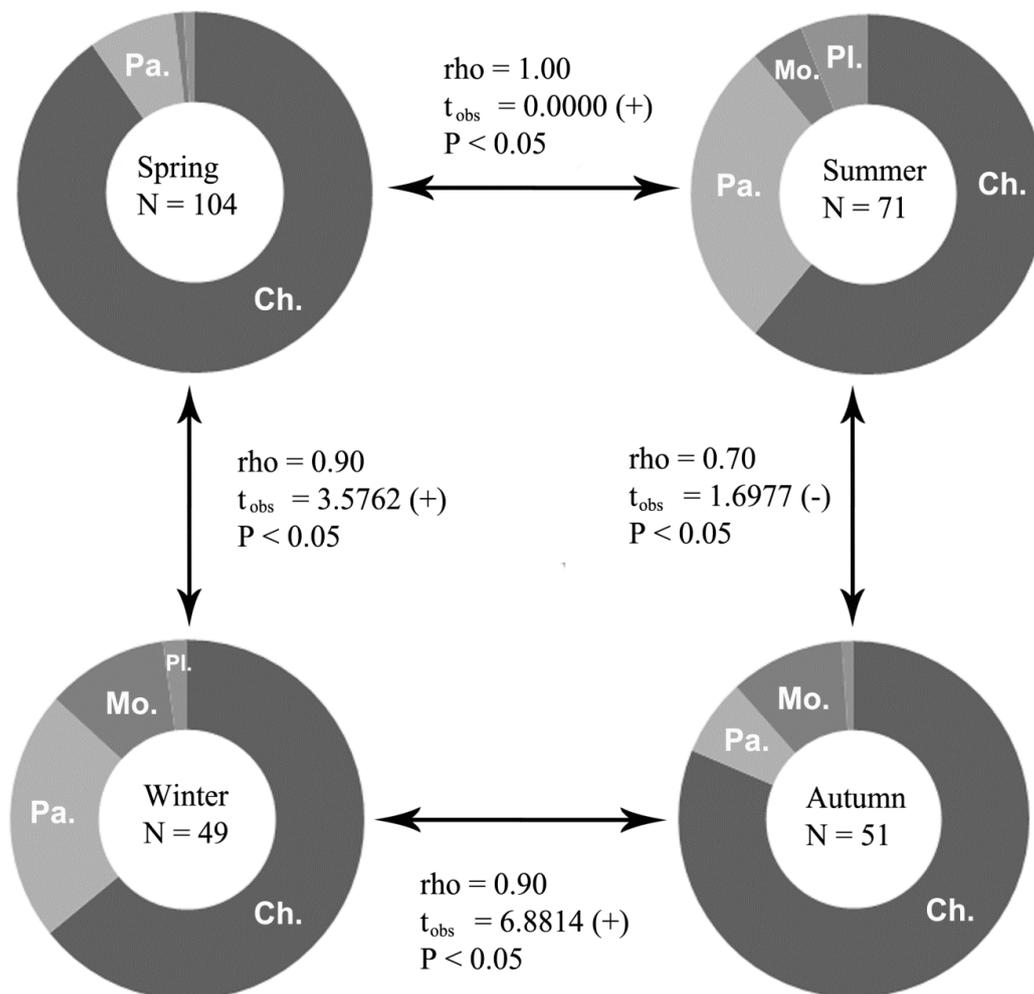


Figure 41. Comparaison statistique du régime alimentaire de la badèche *Epinephelus costae* des côtes de l'est algérien en fonction des différentes saisons. ρ : coefficient de corrélation de Spearman (+: régime alimentaire homogène, -: régime alimentaire hétérogène, Ch.: Chordata, Pa.: Pancrustacea, Mo.: Mollusca, Pl.: Plantae). Les items aux %IRI inférieurs à 1% ne sont pas légendés.

4. DISCUSSION

Sur la base d'échantillons pêchés de jour au moyen de filets maillants et de palangres, nous avons trouvé une vacuité digestive moyenne annuelle de 17,82%. Sur les côtes espagnoles, Gracia López et Castelló-Orvay (2005) ont trouvé une vacuité stomacale de 12,5%, ce qui n'est pas le cas sur les côtes sénégalaises où Diatta *et al.*, (2003) ont enregistré des valeurs respectives de 72,2% (saison froide) et de 75% (saison chaude). Toutefois, ces vacuités sont à considérer avec circonspection en raison de l'insuffisance des échantillons analysés par ces auteurs (N = 24 et 38 individus, respectivement). Les fluctuations de la vacuité digestive dépendent de nombreux facteurs. Gracia López et Castelló i Orvay (2005) trouvent au moyen de l'arbalète une vacuité faible chez *E. marginatus* et *E. costae* alors qu'avec une palangre et un chalut, Brulé et Rodriguez-Canché (1993) et Diatta *et al.*, (2003) enregistrent des valeurs plus élevées (> 50%) chez *E. marginatus*, *E. costae*, *E. anaeus* et *M. rubra*. En outre, le processus de régurgitation des poissons lors de leur capture avec une ligne, peut biaiser la vacuité (Kouassi *et al.*, 2010). Les variations nyctémérales de l'activité alimentaire est un autre facteur qui peut expliquer ces différences (Abel, 1962; Neil, 1967). Chez la badéche royal *M. rubra* du golfe d'Annaba, la vacuité digestive (55,17%) est inférieure à celle rapportée sur les côtes de la Roch-Hanikra où Aronov et Goren (2008) rapportent une vacuité élevée de 71%. Chez son congénère sympatrique *E. marginatus*, la vacuité varie significativement entre 17,26 et 66% (Derbal et Kara, 1996; Barreiros et Santos, 1998; Gracia Lopez et Castelló i Orvay, 2005; Machado *et al.*, 2008; Kouassi *et al.*, 2010). Les faibles vacuités digestives confirment la forte intensité de la prédation d'*E. costae*, qui serait toujours en quête de nourriture. Ainsi, elles semblent bien refléter la disponibilité et la fréquence des proies dans la zone d'étude. Selon Quiniou (1978), les faibles valeurs de la vacuité sont une caractéristique des prédateurs voraces chassant généralement à l'affût.

Chez *E. costae*, la vacuité est minimale en hiver (Cv = 6,12%), ce qui reflète sa voracité en période froide. L'augmentation de la vacuité à partir du printemps, semble coïncider avec la période de reproduction de cette espèce, qui s'étend de juin à septembre dans le golfe d'Annaba. L'accroissement volumétrique des gonades pendant la saison de reproduction pourrait comprimer le tube digestif, réduisant ainsi la capacité des poissons à ingérer les proies. Selon Chauvet (1991), le mérour brun *E. marginatus* se nourrit toute l'année avec une activité alimentaire maximale en automne.

Comme chez la majorité des *Epinephelus* de la Méditerranée, *E. costae* et *M. rubra* sont des poissons carnivores au niveau trophique élevé comme c'est le cas de leurs

congénères *E. aeneus* (Troph = 4,1), *E. caninus* (Troph. = 3,8) ou *E. marginatus* (3,7 < Troph. < 4,13) (Stergiou et Karpouzi, 2002). Selon Tortonese (1986), les badèches auraient un rôle régulateur en contribuant à éliminer les proies les plus vulnérables (âgées, malades ou affaiblies) et se différencient des autres *Epinephelus* par une ichtyophagie quasi-exclusive.

Les Sparidae *Lithognathus mormyrus*, *Diplodus sargus sargus*, *D. puntazzo*, *D. vulgaris* et *Boops boops* et le Mullidae *Mullus surmuletus*, qui affectionnent les écosystèmes démersaux côtiers dans la zone d'étude (Derbal et Kara, 2010; Hannachi *et al.*, 2014), sont les proies les plus ciblées par *E. costae*. L'euryphagie d'*E. costae* ne se limite pas seulement aux poissons (76,16%), mais s'étend également aux invertébrés, notamment aux décapodes (natantia et reptantia) (16,14%) et aux mollusques céphalopodes (6,24%). Tandis que chez *M. rubra*, ce sont les decapoda macrura *Palaemon serratus*, *Penaeus kerathurus* et les decapoda brachyura *Eriphia verrucosa* qui dominent dans les contenus digestifs. Certains de ces taxons sont présents dans le bol alimentaire d'*E. marginatus* (Derbal et Kara, 1996; Barreiros et Santos, 1998; Reñones *et al.*, 2002; Linde *et al.*, 2004; Gibran, 2007; Machado *et al.*, 2008; Condini *et al.*, 2011) et *E. aeneus* (Dah *et al.*, 1991; Kyrtatos, 1982; Stergiou et Karpouzi, 2002; Kouassi *et al.*, 2010). La présence de proies vertébrées (Chordata) et invertébrées (Decapoda, Peracarida, Cephalopoda, Gastropoda, Annelida) dans son alimentation, y compris les espèces démersales (*Lithognathus*, *Diplodus*, *Symphodus*) et pélagiques à semi-pélagiques (*Chromis*, *Trachurus*, Clupeidae), suppose que ce prédateur est erratique avec une large capacité de déplacement verticale et horizontale. En effet, certains auteurs ont constaté au moyen de la plongée avec scaphandre que cette espèce pouvait aussi bien se poser sur le fond qu'évoluer à plusieurs mètres du substrat (Louisy *et al.*, 2007; Derbal *et al.*, 2013).

Cette adaptation exceptionnelle de colonisation de divers biotopes aquatiques permettrait ainsi à ce prédateur d'acquérir ce comportement nutritionnel de type benthopélagique. Cette prédation sur les proies benthopélagiques, observée chez les grandes badèches et même celles de taille moyenne, a déjà été rapportée chez les gros mérus *Epinephelus* (> 100 cm) des Azores qui s'alimenteraient entre la surface jusqu'à - 100 m de profondeur (Santos *et al.*, 1997). En outre, le régime alimentaire essentiellement ichtyophage observé dans notre étude, quel que soit le sexe, la maturité sexuelle et la saison, est également signalé pour la badèche *M. rubra* de la Méditerranée orientale qui se nourrit presque exclusivement sur *Siganus* spp. (Aronov et Goren, 2008), tandis qu'il n'a pas été observé chez la même espèce sur nos côtes, où on rapporte une dominance des Pancrustacea.

Sur les côtes sénégalaises, le spectre alimentaire d'*E. costae* est limité seulement à deux taxons zoologiques, aux Téléostéens et aux crustacés (Diatta *et al.*, 2003). Dans notre région, les Clupeidae ne sont ingérés qu'accidentellement par les individus de taille moyenne d'*E. costae* qui se focalisent principalement sur les Sparidae, notamment le marbré *L. mormyrus* et le sar commun *D. sargus sargus*, alors que les *M. rubra* n'ingèrent que la bogue *Boops boops*. Par contre, les proies carcinologiques ciblées sont représentées essentiellement par des décapodes macroures (Palaemonidae, Peneidae, Aristeidae) et brachyours (Portunidae). Sur les côtes espagnoles, les crustacés sont quasiment absents dans le régime de ce Serranidae (Gracia López et Castelló-Orvay, 2005). Enfin, la proportion non négligeable de la fraction animale et végétale indéterminée dans les tubes digestifs pleins examinés (%IRI = 7,5) peut atteindre des valeurs de 10% et plus, notamment chez les badèches de taille moyenne (%IRI = 11,4), les femelles (%IRI = 10,7) et les individus immatures (%IRI = 11,7). Elle est due, d'une part, à l'état avancé de la digestion malgré l'importance volumétrique des proies ingérées, et d'autre part, à la voracité de ce prédateur dans la capture de ses proies benthiques.

Contrairement aux grandes badèches, la prédominance des Pancrustacea caractérise le régime alimentaire des petits individus d'*E. costae*. Cette tendance à capturer ses petites proies est aussi observée chez la deuxième espèce étudiée dont l'échantillon est représenté que par des individus de petite taille et où les crustacés représentent des proies préférentielles. Ces proies seraient plus faciles à capturer par rapport aux poissons téléostéens. En général, l'évolution progressive des préférences alimentaires pendant le développement ontogénétique vers des proies de plus en plus volumineuses est une caractéristique des poissons prédateurs. Ainsi, on pourrait supposer une adaptation pour optimiser l'équilibre entre l'énergie requise pour capturer des proies et celle fournie par l'alimentation. D'autre part, la possibilité de s'emparer de grandes proies est proportionnelle à l'ouverture de la cavité buccale. Par conséquent, le régime qui serait d'abord généraliste évoluerait vers la spécialisation dans le temps comme c'est le cas chez le loup *Dicentrarchus labrax* (Ktari *et al.*, 1978; Kara et Derbal, 1996), le corb *Sciaena umbra* (Derbal et Kara, 2007) et le mérrou brun *E. marginatus* (Kara et Derbal, 1999; Linde *et al.*, 2004; Machado *et al.*, 2008). En plus du problème d'accès aux proies de petite taille, nous présumons que les branchiospines ne peuvent pas constituer chez ce redoutable prédateur, comme c'est le cas chez de nombreux petits téléostéens, un moyen de rétention suffisamment fin et efficace pour les petites proies invertébrées. En revanche, l'ouverture de la bouche des petits spécimens ne facilite pas la préhension de proies

massives, ce qui expliquerait l'orientation de la prédation des badéches de grande taille, vers des proies démersales et/ou benthiques plus volumineuses, tels que les poissons téléostéens et les décapodes Natantia et Reptantia. Sur nos côtes, les petites badéches, même si leur nombre est limité ($N = 10$), ont une alimentation hétérogène contrairement aux grosses badéches et celles de taille moyenne, et semblent ne pas diversifier leur régime alimentaire. D'autre part, la présence assez fréquente des végétaux dans l'alimentation des badéches, notamment chez les jeunes individus, serait due à la voracité du prédateur qui happe ses proies inféodées à l'herbier de posidonie et aux algues de l'étage infralittoral, ou encore qui résident les rhizomes durs des phanérogames. Ce comportement des proies benthiques sur les fonds recouverts de végétation est également observé chez d'autres téléostéens côtiers, comme c'est le cas avec le corb *S. umbra* (Chakroun et Ktari 1981; Derbal et Kara, 2007), le loup *D. labrax* (Kara et Derbal, 1996) et le mérrou brun *E. marginatus* (Derbal et Kara, 1995). Les Téléostéens représentent l'aliment préféré en nombre et en poids dans le régime alimentaire chez les deux sexes. Par contre, l'ingestion par les mâles d'*E. costae* de proies plus volumineuses ($Nm\text{♂} = 2,26$, $Pm\text{♂} = 7,99$) s'expliquerait du fait qu'ils sont généralement de plus grande taille que les femelles en raison du mode de reproduction hermaphrodite protogyne rapportée chez cette espèce (Heemstra et Randall, 1993). Aucune donnée sur les variations du régime alimentaire n'est disponible pour conforter nos résultats. Il en est de même entre les juvéniles et les adultes. Globalement, l'indisponibilité d'informations précises sur la composition et les variations du régime alimentaire d'*E. costae* et de *M. rubra* dans les eaux méditerranéennes et de l'Atlantique ne permet pas de situer cette étude dans un contexte géographique plus vaste.

5. CONCLUSION

Cinq (Chordata, Pancrustacea, Mollusca, Annelida et Plantae) et trois (Chordata, Pancrustacea et Mollusca) items différents ont été identifiés chez *E. costae* et *M. rubra*, respectivement. Chez *E. costae*, le classement des proies ingérées à l'aide de l'indice d'importance relative (% IRI) a permis de classer les Téléostéens (%IRI = 76,16) dans la catégorie des aliments préférentiels. Les proies carcinologiques ou Pancrustacea (crustacés décapodes et pécaricides) viennent en second rang (%IRI = 16,14), bien avant les mollusques (%IRI = 6,24). Ces deux taxons sont ingérés secondairement alors que les végétaux (%IRI = 1,44) et les annélides (%IRI = 0,02) ne sont rencontrés dans le contenu digestif qu'accessoirement. Chez les petites badéches, les Pancrustacés puis les Téléostéens dominent

dans le bol alimentaire. La comparaison statistique, en utilisant le coefficient de rang de Spearman (ρ), a révélé l'homogénéité du régime alimentaire entre le sexe et l'état de maturité sexuelle. Par contre, nous avons pu mettre en évidence des différences ontogénétiques (petits et grands) et saisonniers (été et automne) des préférences alimentaires. Chez *M. rubra*, le classement des proies fait ressortir les Pancrustacea comme aliments préférentiels (%IRI = 89,49). Les Téléostéens viennent en second rang dans l'alimentation des mérours royaux (%IRI = 9,84) et sont considérés comme aliments secondaires.

Les données sur la composition et les variations du régime alimentaire des badèches *E. costae* et *M. rubra* sont considérées comme nouvelles non seulement pour les populations algériennes mais pour l'ensemble de la Méditerranée. Ainsi, elles pourraient nous renseigner d'avantage sur les habitudes alimentaires de la badèche *E. costae* et du mérour royal *M. rubra*, et éventuellement sur les phénomènes de compétition trophiques entre les différentes populations d'*Epinephelus* des côtes de l'Est de l'Algérie. Toutefois, ces premiers résultats constituent une base de données fondamentales pour deux espèces de mérours, l'une au statut "Data Deficient" et l'autre "Least Concern" (Abdul-Malak *et al.*, 2011).

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude nous a permis de capitaliser des données fondamentales sur la biologie de deux Epinephelidae des côtes de l'Est de l'Algérie: *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra*, des espèces rares et peu connues dans l'ensemble du bassin de la Méditerranée. A partir de prises commerciales (petits métiers) et de quelques pêches expérimentales réalisées durant un cycle annuel (mars 2011 et février 2012) dans le golfe d'Annaba, nous avons inventorié un total de 2927 individus rattachés à deux genres différents (*Epinephelus* et *Mycteroperca*) et 5 espèces (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus* et *M. rubra*). Le genre *Epinephelus* domine largement avec 99% des mérours présents sur les étals. L'espèce *E. marginatus* est la plus abondante (1830 individus, soit une dominance de 62,52%), suivie d'*E. costae* (1065 individus, soit une dominance de 36,39%). Par contre, les prises d'*E. caninus* et d'*E. aeneus* sont insignifiantes durant toute la période de l'enquête que nous avons mené (1 et 2 individus, respectivement). Quand à l'espèce *M. rubra*, 29 individus (0,96%) ont été inventoriés. Durant la période d'échantillonnage, il est important de signaler la présence de certains individus d'*E. costae* qui ont été affectés par des bioagresseurs viraux, en particulier par le bétanodavirus. Ce virus a causé durant l'automne de l'année 2011 des mortalités massives d'*E. costae* et d'*E. marginatus* dans le secteur est du golfe d'Annaba. Ces mortalités inexplicables qui pourraient éventuellement affectées d'autres espèces méritent une attention toute particulière par la communauté scientifique.

Les différences de la richesse spécifique ou des abondances d'une zone à une autre sont attribuées à de nombreux facteurs, comme la stratégie et l'effort d'échantillonnage (méthodes d'inventaires destructives et non destructives) et les spécificités environnementales locales entre les rives nord et sud de la Méditerranée (différences biogéographiques). Comparé à d'autres espèces du genre *Epinephelus*, la présence de la badéche *E. costae*, une espèce "Data Deficient" selon l'UICN, mérite une attention toute particulière dans la zone d'étude.

Sur la base de critères morphométriques et méristiques, nous avons caractérisé les populations d'*E. costae* et de *M. rubra* des côtes est de l'Algérie. Les valeurs numériques obtenues sont proches ou égales de celles rapportées par la littérature. La comparaison statistique des caractères numériques entre les deux sexes (femelles et mâles) et entre les individus matures et immatures chez *E. costae* a montré l'inexistence de différences morphologiques. Chez le mérour royal *M. rubra*, cette comparaison n'a pas pu être effectuée faute d'insuffisance d'individus échantillonnés. La croissance des différentes parties du corps

d'*E. costae* et de *M. rubra* n'est pas toujours isométrique par rapport à la longueur totale ou céphalique. Les régressions des différents paramètres mesurés en fonction de la longueur totale ou la longueur céphalique ont été définies afin d'évaluer leur constance d'allométrie.

L'âge d'*E. costae* et de *M. rubra* a été déterminé par la scalimétrie. L'otolithométrie s'est avérée inefficace en raison de l'opacité des sagittae et l'impossibilité de lecture des stries de croissance. Cette méthode scalimétrique nous a donné des résultats satisfaisants et un taux de réussite élevés (94,5%). La longueur totale (Lt) varie entre 20,5 et 84,6 cm pour la badéche et entre 21,1 et 29,7 cm pour le mérour royal. L'âge déterminé pour ces deux espèces est de 12 ans pour *E. costae* et de 2 ans pour *M. rubra*. Par le suivi de l'accroissement marginal des écailles pendant un cycle annuel, nous avons pu démontrer la discontinuité de la croissance d'*E. costae* des côtes est de l'Algérie où s'individualise un seul anneau d'arrêt de croissance par an qui s'inscrit au début du printemps (mars). Ce suivi n'a pas pu être effectué chez *M. rubra* en raison de l'absence de l'espèce durant la totalité du cycle d'échantillonnage. Une étroite relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de son écaille a été mise en évidence, ce qui nous a permis d'effectuer un rétrocalcul des tailles du poisson aux différents âges. La taille à l'apparition des premières écailles des alevins correspond à 0,34 cm et 0,85 cm pour la badéche *E. costae* et *M. rubra*, respectivement. Les paramètres de Von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance (ϕ) sont les suivants :

Chez *E. costae* :

- Population totale: $L_{\infty} = 126,7$ cm ; $P_{\infty} = 16997$ g ; $k = 0,09$; $t_0 = -0,65$; $\phi = 3,16$.
- Femelles: $L_{\infty} = 100,4$ cm ; $P_{\infty} = 9208,8$ g ; $k = 0,10$; $t_0 = -0,81$; $\phi = 3,04$.
- Mâles: $L_{\infty} = 116,1$ cm ; $P_{\infty} = 15563,5$ g ; $k_{\delta} = 0,10$; $t_{0\delta} = -0,77$; $\phi_{\delta} = 3,10$.

Chez *M. rubra* :

- Population totale: $L_{\infty} = 60,2$ cm ; $P_{\infty} = 1728$ g ; $k = 0,26$; $t_0 = -0,88$; $\phi = 2,97$.

Les valeurs observées et théoriques de la croissance linéaire et pondérale sont proches, ce qui indique une description correcte de la croissance d'*E. costae* par le modèle classique de Von Bertalanffy. La croissance linéaire chez la population des côtes est de l'Algérie semble être meilleure que celle observée dans les autres régions méditerranéennes. Sa croissance relative est isométrique que se soit pour la population totale ($b = 2,82$), les mâles ($b = 3,04$) ou les femelles ($b = 2,83$).

La sex-ratio, la période de ponte, le rapport gonado et hépato-somatiques, le mode de reproduction, la taille à la première maturité, sont les aspects de la biologie de la reproduction que nous avons traités. La valeur moyenne annuelle de la sex-ratio (67,64%) est en faveur des femelles durant la période d'échantillonnage ($SR = 0,16$; $\chi^2 = 222$; $p \leq 0,05$), que se soit en période ou hors période de reproduction. Les femelles dominent aussi dans les catégories de tailles comprises entre 20-46 cm. La sex-ratio est constante pour les deux classes [46-48[et [58-60[, alors qu'elle est en faveur des mâles pour les classes restantes. Seulement, cinq cas d'hermaphrodisme ont été décelés. *Epinephelus costae* se reproduit en été, entre juin et septembre, à partir d'une longueur totale de 29 cm pour les femelles et de 41 cm pour les mâles, ce qui correspond à des âges respectifs de 2 et 4 ans. Le rapport hépato-somatique (RHS), l'adiposité et l'embonpoint montrent des variations notables liées au cycle reproducteur.

Dans leur milieu naturel, ces mérus se comportent comme de véritables prédateurs carnivores. Leur rythme alimentaire est saisonnier et ils se nourrissent essentiellement de Téléostéens, de Pancrustacés et de Mollusques. Cinq (Chordata, Pancrustacea, Mollusca, Annelida et Plantae) et trois (Chordata, Pancrustacea et Mollusca) items différents ont été identifiés chez *E. costae* et *M. rubra*, respectivement. Chez *E. costae*, le classement des proies ingérées à l'aide de l'indice d'importance relative (% IRI) a permis de classer les Téléostéens (%IRI = 76,16) dans la catégorie des aliments préférentiels. Les proies carcinologiques ou Pancrustacea (crustacés décapodes et pécararides) viennent en second rang (%IRI = 16,14), bien avant les mollusques (%IRI = 6,24). Ces deux taxons sont ingérés secondairement alors que les végétaux (%IRI = 1,44) et les annélides (%IRI = 0,02) ne sont rencontrés dans le contenu digestif qu'accessoirement. Chez les petites badéches, les Pancrustacés puis les Téléostéens dominant dans le bol alimentaire. La comparaison statistique, en utilisant le coefficient de rang de Spearman (ρ), a révélé l'homogénéité du régime alimentaire entre le sexe et l'état de maturité sexuelle. Par contre, nous avons pu mettre en évidence des différences ontogénétiques (petits et grands) et saisonniers (été et automne) des préférences alimentaires. Chez *M. rubra*, le classement des proies fait ressortir les Pancrustacea comme aliments préférentiels (%IRI = 89,49). Les Téléostéens viennent en second rang dans l'alimentation des mérus royaux (%IRI = 9,84) et sont considérés comme aliments secondaires.

RÉSUMÉS

RÉSUMÉ

Cette étude est consacrée à l'étude de la biologie des badèches *Epinephelus costae* et *Mycteroperca rubra* (Serranidae) des côtes est de l'Algérie. Sur un cycle annuel allant de mars 2011 à février 2012, nous avons inventorié un total de 2927 individus de la famille Serranidae rattachés à 2 genres différents (*Epinephelus* et *Mycteroperca*) et 5 espèces (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus*, et *M. rubra*). Le genre *Epinephelus* domine avec 99 % de la quantité inventoriées. Sur les espèces inventoriées, deux espèces ont été ciblées pour cette étude: *E. costae* et *M. rubra*.

La morphologie de ces deux espèces est caractérisée par quinze critères métriques et huit caractères méristiques. Une corrélation très significative est mise en évidence pour l'ensemble des paramètres métriques par rapport à la longueur totale ou céphalique. Chez la population totale d'*E. costae*, l'allométrie minorante concerne plus que la moitié (8/15) des caractères métriques considérés (53,33%). L'isométrie de croissance domine chez les mâles d'*E. costae* avec 73,33% des caractères. Chez les femelles, les mâtures et les immatures, on observe une alternance de l'allométrie moajorante, minorante et d'isométrie, où aucune d'elle n'est dominante. Chez *M. rubra*, huit (8) caractères présentent une allométrie majorante et sept (7) une allométrie minorante. Aucun cas d'isométrie n'est rencontré. Les paramètres numériques indiquent des valeurs très proches ou égales de celles rapportées par la littérature. Des caractères de dimorphisme sexuel sont mis en évidence. L'âge et la croissance ont été estimés par la scalimétrie qui nous a donné des résultats satisfaisants et un taux de réussite élevés (écailles: 94,5%). Un seul anneau s'individualise par an pour la badèche *E. costae* et s'inscrit en mars. La croissance d'*E. costae* et de *M. rubra* ont bien été décrite par le modèle classique de Von Bertalanffy. L'indice de performance (ϕ) montre une croissance relativement rapide de la population locale. La croissance relative de ces espèces est globalement isométrique ($b = 2,819$). La longévité est d'environ 12 ans. *Epinephelus costae* est une espèce hermaphrodite protogyne. Sa reproduction est saisonnière et n'a lieu qu'une seule fois par an, entre juin et septembre. Le rapport hépato-somatique, l'adiposité et l'embonpoint montrent des variations liées au cycle reproducteur. La première maturité sexuelle est atteinte à partir de 29 cm chez les femelles et 41 cm chez les mâles, ce qui correspond à 2 et 4 ans. La sex-ratio est en faveur des femelles. Les deux Serranidae étudiés sont de redoutables prédateurs carnivores, *E. costae* se nourrit principalement de Téléostéens, et secondairement de Pancrustacea et Mollusque; tandis que *M. rubra* ingère des poissons et des crustacés. En croissant, les badèches *E. costae* élargit son spectre alimentaire et ces préférences, sans abandonner totalement les proies qu'elles consommaient en tant que juvéniles. La comparaison statistique des régimes alimentaires, en utilisant le coefficient de rang de Spearman (ρ), a révélé l'hétérogénéité de son régime alimentaire saisonnièrement et entre les différentes catégories de tailles.

Summary

This study is devoted to the study of the biology of *Epinephelus costae* and *Mycteroperca rubra* (Serranidae) from the coast of Algeria. On an annual cycle from March 2011 to February 2012, we inventoried a total of 2927 individuals which belongs to the Serranidae family attached to two different genus (*Epinephelus* and *Mycteroperca*) and 5 species (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus*, and *M. rubra*). The genus *Epinephelus* dominates with 99% of the amount inventoried. Of the species inventoried, two species were selected for study: *E. costae* and *M. rubra*. The morphology of *E. costae* and *M. rubra* is characterized by fifteen metric and eight meristic characters. A highly significant correlation was demonstrated for all metric parameters with respect to the total or cephalic length. Among the total population of *E. costae*, the minorate allometry concerns more than the half (8/15) of the metric characters considered (53.33%). The isometric growth dominated in male of *E. costae* with 73.33% of the characters. In females, mature and immature, we observe an alternation of the majorate, minorate and isometric allometry, where none of them is dominant. At *Mycteroperca rubra*, eight (8) characters have a majorant allometric and seven (7) a minorate one. No case of isometry is met. The numerical parameters is similar or equal to those reported in the literature. Sexual dimorphism characters are highlighted. The age and growth were estimated by the scale reading that gave us satisfactory results and a high success rate (scales: 94.5%). One ring is individualized per year for *E. costae* and appear in March. The growth of *E. costae* and *M. rubra* is well described by the classical model of von Bertalanffy. The performance index (ϕ) shows a relatively rapid growth of the local population. The relative growth of these species are globally isometric ($b = 2.819$). The longevity is about 12 years. *Epinephelus costae* is a hermaphrodite protogynous species. Its reproduction is seasonal and occurs only once a year, between June and September. The hepatosomatic report, fatness and overweight show variations related to the reproductive cycle. The first sexual maturity is reached at 29 cm for females and 41 cm for males, which corresponds to 2 to 4 years. The sex ratio is in favor of females. *E. costae* and *M. rubra* grouper are carnivorous species, the first feeds mainly on teleost, and secondarily pancrustacea and mollusk, while the second species ingest fish and crustaceans. By increasing *E. costae* expand its spectrum and food preferences, without abandoning totally the prey they consumed as a juvenile. Statistical comparison of diets, using the Spearman rank coefficient (ρ), revealed the heterogeneity of its diet seasonally and between different size categories.

ملخص:

ويخصص هذه الدراسة إلى دراسة بيولوجيا *E. costae* و *M. rubra* من الساحل الشرقي للجزائر. في دورة سنوية في الفترة الممتدة من مارس 2011 إلى فبراير 2012. تم الحصول على 2927 عينة من SERRANIDAE متكونة من صنفين (*Mycteroperca* و *Epinephelus*) و 5 أنواع (*E. marginatus*, *E. costae*, *E. aeneus*, *E. caninus*, و *M. rubra*). الصنف *Epinephelus* يهيمن على 99% من كمية العينات. من الأنواع التي شملها البحث، قد تم اختيار نوعين للدراسة: *E. costae* و *M. rubra*. خمسة عشر معيار متري و ثمانية معايير عددية خصصت لدراسة مورفولوجيا *E. costae* و *M. rubra*. أظهرت هاته المعايير المترية ارتباط كبير للغاية مع الطول الإجمالي أو طول الرأس. *l'allométrie minorante* مهيمنة على أكثر من نصف (08/15) ما يعتبر (53.33%). *l'isométrie* تهيمن عند الذكور 73.33% من الأحرف. في الإناث، نجدها بالتناوب واحدة تلاحظ *allométrie moajorante* ، *isométrie minorante* ، حيث لا أحد منهم هو المهيمن. في *M. rubra* ، ثمانية معايير (8) لها *allométrie moajorante* وسبعة (7) *allométrie minorante*. لم يتحقق أي من حالات *isométrie*. وتشير المعلمات العددية إلى أنها مشابهة جدا أو مساوية لتلك التي ذكرت في سابقا. تم تعيين الصفات لتحديد الجنس. وقدرت العمر والنمو من خلال قراءة الحراشف الذي قدم لنا نتائج جذ مرضية وارتفاع معدل نجاح (94.5%). أثبت التتبع الزمني لزيادة الهامشية تمايز حلقة نمو واحدة في السنة وتكون في مارس. عبرنا عن النمو الخطي و الوزني بالنموذج الرياضي ل Von Bertalanffy حيث يصف النمو بطريقة جيدة. يظهر مؤشر النمو (ϕ) نموا سريعا بالنسبة ل *E. costae* و *M. rubra* في الشرق الجزائري. الوزن و الطول ينموان بطريقة متساوية لهاته السمكة (ب = 2.819). قدرت مدة الحياة بحوالي 12 عاما. *E. costae* هو نوع خنثى مبكرة الأنوثة (*hérmaprodite protogyne*). هاته السمكة تضع بيوضها مرة واحدة في السنة، ما بين يونيو وسبتمبر. تقرير الكبد، السمنة أو البدانة والاختلافات تظهر زيادة الوزن المرتبطة بالدورة التناسلية. يتم الوصول إلى مرحلة النضج الجنسي الأول في الفترة من 29 سم للإناث و 41 سم للذكور، والتي تتطابق مع 2 و 4 سنوات. تصف هذه الفصيلة من السمك الذي تخزن مدخراتها الدهنية في الكبد، حيث يتم استخدامها خلال مرحلة التكاثر. نسبة الجنس لصالح الإناث. *E. costae* و *M. rubra* هي آكلة لحوم، النوع الأول يتغذى أساسا على الاسماك، وثانيا جميع القشريات والمحار. في حين النوع الثاني على الأسماك والمحار. خلال النمو توسع مجالها الغذائي دون أن تتخلى عن الفرائس التي كانت تستهلكها صغيرة. أظهرت مقارنة النظام الغذائي باستعمال معامل Spearman (ρ) عدم تجانس النظام الغذائي موسميا وبين فئات الحجم.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- Abdul Malak D., Livingstone S.R., Pollard D., Polidoro B.A., Cuttelod A., Bariche M., Bilecenoglu M., Carpenter K.E., Collette B.B., Francour P., Goren M., Kara M.H., Massuti E., Papaconstantinou C. & Tunesi L. 2011.** Overview of the conservation status of the marine fishes of the Mediterranean Sea. Gland: IUCN. Vii.
- Abel E.F. 1962.** Freiwasserbeobachtungen and Fischen im Golf von Neapel als Beitrage zur Kenntnis ihrer Ökologie und ihres Verhaltens. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, German, 47(2), 219-290.
- Aguilar-Perera A. 2006.** Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation off the southern Mexican Caribbean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 327: 289-296.
- Ait Ali A., Nhhala H., Nagai A & Orbi A. 2007.** Essai d'induction de la ponte chez la badèche *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878). *2nd Symposium on Mediterranean Groupers Francour P., Gratiot J. (eds). Nice P: 21-23.*
- Ali M.Y. & Lindsey C.C. 1974.** Heritable and temperature-induced meristic variation in the medaka *Oryzias latipes*. *Can. J. Zool.*, 52: 959-976.
- Allegrucci G., Fortunata C. & Sbordoni V. 1997.** Genetic structure and allozyme variation of seabass (*Dicentrarchus labrax* and *D. punctatus*) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 128: 347-358.
- Allen J., Davey H.M., Broadhurst D., Heald J.K., Rowland J.J., Oliver S.G. & Kell D.B. 2003.** High-throughput classification of yeast mutants for functional genomics using metabolic footprinting. *Nat Biotechnol*, 21(6):692-696.
- Andersen N. G & Bayer J. E. 2008.** Predicting ingestion times of individual prey from information about stomach contents of predatory fishes in the field. *Fish. Res*, 92: 1-10.
- Andrade Á.B., Machado L.F., Hostim-Silva M. & Barreiros J. P. 2003.** Reproductive biology of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Braz. arch. biol. technol*, 46(3): 373-382.
- Annalie V., Callum M., Roberts & Julie P. Hawkins. 2000.** The threatened status of groupers (Epinephelinae). *Biodiv & Conser*, 9: 919-942.
- Anonyme 2000.** Minitab. Reference manual, release 13.2 for windows & A State College Minitab. 1047 p.

- Anonyme 2004.** Référentiel des exigences des bonnes pratiques d'expérimentation (BPE) relatives à l'agrément pour la réalisation d'essais officiellement reconnus. Paris, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, document PDF., 23 p.
- Arechavala- Lopez P., Bayle-Sempere J. T., Sánchez-Jerez P., Valle C., Forcada A., Fernández-Jover D., Ojeda-Martínez C., Vázquez-Luis M. & Luna-Pérez B. 2008.** Biodiversity and structure of rocky reef fish assemblages in the Sierra Helada Natural Park (South western, Mediterranean Sea). *Arxius De Miscel. Lànica Zoologica*, 6: 232-252.
- Arena P. & Bombace G. 1970.** Bionomie benthique et faune ichthyologique des fonds de l'étage circalittoral et bathyal des golfes de Castellammare (Sic. Nord-Occid.) et de Patti (Sic. Nord-Orient.). *Journées ichthyol. Rome, Commiss. Intern. Expl. Sc. Mer Médit.*:145-156.
- Aronov A. & Goren M. 2008.** Ecology of the mottled grouper (*Mycteroperca rubra*) in the eastern Mediterranean. *J Ichthyol*, 2: 43-55.
- Atz J. W. 1964.** Intersexuality in fishes. In C. N. Armstrong and A. J. Marshall (editors), Intersexuality in vertebrates including man, p. 145-232. *Academic Press., Lond.*
- Azzurro E., 2001.** The advance of thermophilic fishes in the Mediterranean Sea: overview and methodological questions. Climate Warming and Related Changes in Mediterranean Marine Biota – Helgoland. *CIESM Workshop Monographs*, 35: 39-45.
- Azzurro E., Mattidi M., Fanelli E., Guidetti P., La Mesa G., Scarpato A. & Axiak V. 2010.** Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Environ. Res*, 69: 390-397.
- Bagenal T.B. & Tesch F.W. 1978.** Age and growth. In: Bagenal T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. *Oxf. Bla. Sci. Pub.* pp. 101-136.
- Bakhayokho M. 1983.** Biology of the cuttle fish *Sepia officinalis hierredda* off the Senegal coast. *FAO Fish Technical Paper*, 231: 204-263.
- Barnabé G. 1973.** Contribution à la connaissance de la croissance et de la sexualité du loup (*Dicentrarchus labrax*) de la région de Sète. *Ann. Inst. Océanogr*, Paris, 49(1): 49-75.
- Barnabé G., 1999.** L'élevage de masse des mérus dans le monde. *Mar. Life*, 9(1): 3-7.
- Barreiros J.P. & Santos R.S. 1998.** Notes on the food habits and predatory behaviour of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Azores. *Arquipélago, Life and Marine Sciences*, 16A: 29-35.

- Bauchot M.L. 1987.** Poissons osseux. In: Fiches FAO d'Identification pour les Besoins de la Pêche (Rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol.2. (Fischer W., Bauchot M.-L. & M. Schneider. Eds), pp 891- 1421. CCE & FAO.
- Beacham T.D. 1990.** A genetic analysis of meristic and morphometric variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) at three different temperatures. *Can. J. Zool*, 68: 225-229.
- Bell S. C. 1983.** Decidualization and associated cell types: Implications for the role of the placental bed in the materno-fetal immunological relationship. *J reprod immunol*, 5(4): 185-194.
- Bellemans M., A. Sagna W. Fischer and N. Scialabba. 1988.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres). *Food and Agricultural Organiz Uni Nat*, Rome. 227 p.
- Belgacem T.C. 1999.** Fréquence des poissons serranidés du genre *Epinephelus* au niveau d'Annaba. Mémoire DEUA, Biologie des pêches, UBMA.
- Benchalel W. & Kara M.H. 2010.** Biométrie et dimorphisme sexuel du sar commun *Diplodus sargus sargus* (sparidae) des côtes de l'est algérien. *Bull. Soc. Zool. Fr*, 135(3-4): 149-162.
- Benchalel W., Derbal F. & Kara M.H. 2010.** Régime alimentaire du sar commun *Diplodus sargus sargus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybiurn*, 31(3): 231-242.
- Benchalel W. & Kara M. H. 2013.** Age, growth and reproduction of the white seabream *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758) off the eastern coast of Algeria. *J. Appl. Ichthyol.* 29: 64–70.
- Ben Miled S & Kebir A. 2006.** Modélisation d'une population de mérus, effets du braconnage et de la migration. *ARIMA*. 5: 183 - 205.
- Bensahla T.L., Mouffok S. Bensahla T.A. & Boutiba Z. 2013.** On the fecundity of the Seabream, *Pagellus acarne* (Risso, 1827) of the western Mediterranean Sea, Algerian coasts. *An Intern. J. Mar. Sci.*, 29(2): 9-13.
- Bertin L. 1958.** Sexualité et fécondité. In: Traité de zoologie. (P. P. Grassé ed.). Masson et Cie, Paris, 13 (2): 1585-1653.
- Bertoncini A.A., Machado L. F., Hostim-Silva M & Barreiros J.P. 2003.** Reproductive biology of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Perciformes:

- Serranidae, Epinephelinae) in Santa Catarina, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol., Curitiba*, 46(3): 373-381.
- Beyer J.E. 1991.** On length-weight relationships. 2. Computing mean weights from length statistics. *Fishbyte*, 9: 50-54.
- Bianchi G. 1986.** Fiches FAO de Identificação, de Espécies para propósitos comerciais. Guia de campo para as espécies comerciais marinhas e de águas salobras de Angola. *Food and Agricul Organiz Uni Nat, Rome*. 184 p.
- Bianchi C.N. & Morri C. 2000.** Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Mar. Pollut. Bull*, 40(5): 367-376.
- Bini G. 1968.** Atlanti dei pesci delle coste italiane vol. IV. Edit. *Mondo Sommerso*: 1-161p.
- Berg J. 1979.** Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, 50: 263-273.
- Bloch M.E. 1793.** *Naturgeschichte der ausländischen Fische*. Vol. 7. Berlin. 144 p., 36 pls.
- Bodilis P., Ganteaume A. & Francour P. 2003.** Recruitment of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) in the North-Western Mediterranean Sea. *Cybium*, 27(2): 123-129.
- Bouchereau J.L., Body P. & Chauvet C. 1999.** Growth in the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Serranidae) in the Natural Marine Reserve of Lavezzi Islands, Corsica, France. *Sci. Mar.* 63(1):71-77.
- Bouaïn A. 1980.** Sexualité et cycle sexuel des mérours (poissons, Téléostéens, Serranidés) des côtes sud tunisien. *Bull. Off. Natl. Pêches* (Tunisie), 4(2): 215-229.
- Bouaïn A. 1984.** Moronidés et Serranidés (Poissons- Téléostéens) du golfe de Gabés. Ecobiologie et halieutique. Thèse Doct. Etat ES-Science, Univ. Tunis : 393p.
- Bouaïn A. 1986.** Croissance linéaire des mérours du golfe de Gabes (Tunisie). *Cybium*, 10(3): 299-302.
- Bouaïn A. & Siau Y. 1983.** Observations on the female reproductive cycle and fecundity of three species of groupers (*Epinephelus*) from the south east Tunisian seashores. *Mar. Biol*, 73(2): 211-220.
- Boughamou N., Derbal F. & Kara M. H. 2014.** Otolithometry and scalimetry: Two valids methods to describe the growth of peacock wrasse, *Symphodus tinca* (Actinopterygii: Perciformes: Labridae) from Eastern Algeria. *Acta. Ichtyol. Piscat*, 44 (4): 285-293.

- Boughamou N., Derbal F. & Kara M. H. 2015.** Age, growth and reproduction of the black sea bream *Spondyliosoma cantharus* (Linnaeus) (Sparidae) in the gulf of Annaba (Algeria). *J. Appl. Ichthyol*, 31(4): 773-779.
- Boughamou N., Derbal F. & Kara M. H. 2016.** Feeding habits of the peacock wrasse *Symphodus tinca* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Perciformes: Labridae) from Eastern Algeria. *Cah Biol Mar*, 67(1): 25-33.
- Bougis P. 1952.** Rapport hépato-somatique et rapport gonado-somatique chez *Mullus barbatus* L. *Bull. Soc. Zool. Fr*, 74 (6): 326-330.
- Brusle J. & Brusle S. 1975.** Ovarian and testicular intersexuality in two protogynous mediterranean groupers, *E. aeneus* and *E. guaza*: 222-227. Intersexuality in the animal kingdom, R. REINBOTHEdit., Springer Verlag Berlin.
- Brusle J. & Brusle S. 1976.** Contribution à l'étude de la reproduction de deux espèces de mérours *E. aeneus* et *E. guaza* des côtes de Tunisie. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit*, 39(3): 313-320.
- Bruslé J. 1985.** Exposé synoptique des données biologiques sur les mérours *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée. *FAO Synop. Pêches*, 129: 64 p.
- Brulé T. & Rodriguez-Canche L.G. 1993.** Food habits of juvenile red groupers, *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828), from Campeche Bank, Yucatan, Mexico. *Bull. Mar. Sci*, 52(2): 772-779.
- Bruzón M.Á. & Gonzalez de Canales M.L. 2007.** Histological characteristics in gonads of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in a population from the Trafalgar Cape (SW, Spain). *2nd Symposium on Mediterranean Groupers*, Francour P., Gratiot J. (eds). Nice, P: 43.
- Bussotti S. & Guidetti P. 2009.** Do Mediterranean fish assemblages associated with marine caves and rocky cliffs differ?. *Estuar. Coast. Shelf Sci*, 81: 65-73.
- Cadenat J. 1935.** Les Serranidés de la côte occidentale d'Afrique (Du Cap Spartel au Cap Vert). *Rev. Trav. Off. Pêches Marit*, 8: 377-422.
- Cadenat J. 1951.** Poissons de mer du Sénégal, Initiations africaines, III. *Inst. Fr. Afr Noire, Dakar*, 1950 [1951]: 345 p., 241 figs.
- Cailliet G.M., Andrews A.H., Burton E.J., Watters D.L., Kline D.E. & Ferry-Graham L. A. 2001.** Age determination and validation studies of marine fishes: do deep-dwellers live longer? *Exp. Gerontol*. 36: 739-764.

- Campana, S. E. 2001.** Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J Fish.Biol*, 59: 197- 242.
- Casselman J. M. 1987.** Determination of age and growth. *In*: Weatherley, A.H., Gill, H.S. (eds.). *The Biology of Fish Growth. Academic Press, London*, pp. 209-242.
- Castello-Orvay F., Fernandez-Vim A., Llauro F. & Vinas R. 1992.** Effects of different types of food on growth in captive grouper (*Epinephelus guaza*, L.). *Mar Life*, 2 (1): 57-62.
- Castilho R. & Andrew B. 1998.** Population structure of seabass (*Dicentrarchus labrax* L.) in Portugal: evidence from allozymes. *J Fish Biol*, 53: 1038-1049. *Hydrobiologia*, 483: 249-257.
- Cervigón M.F., & Velasquez E. 1966.** Las especies del genero *Mycteroperca* de las costas de Venezuela (Pisces-Serranidae). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 26(74):77-143, 29 figs, 4 tables.
- Chakroun N. & Ktari M.H. 1981.** Régime alimentaire des Sciaenidae (poissons téléostéens) du golfe de Tunis. *Bull Inst Nat Sci Tech Mer- Salammbô*, 8: 69-80.
- Chalabi A., Ghafir S.M., & Guerrab K. 1992.** Croissance du mérrou *Epinephelus guaza* des côtes de l'ouest algérien. *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, 33: 289.
- Chaoui L., Quignard J.P. & Kara M. H. 2001.** Différenciation morphologique de deux populations marine et lagunaire de daurade *Sparus aurata* (Linné, 1758). *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit*, 36: 371.
- Chaoui L., Derbal F., Kara M.H. & Quignard J.P. 2005.** Alimentation et condition de la dorade *Sparus aurata* (Teleostei: Sparidae) dans la lagune Mellah (Algérie Nord Est). *Cah. Biol. Mar*, 46: 221-225.
- Chaoui L., Kara M.H., Faure É. & Quignard J.P. 2006.** L'ichtyofaune de la lagune Mellah (Algérie Nord-Est): diversité, production et analyse des captures commerciales. *Cybium*, 30 (2): 123-132.
- Chauvet C. 1981.** Calcul par otolithométrie de la relation LT - âge d'*Epinephelus guaza* (L., 1758) de la côte nord de la Tunisie. *Rap. P.V. Comm. Int. Expl. Scient. Médit*, 27(5): 103- 106.
- Chauvet C. 1991.** Statut d'*Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) et éléments de dynamique des populations méditerranéenne et atlantique. *In* : Les espèces marines à protéger en

- Méditerranée. C.F. Boudouresque, C.F., Avon M., V. Gravez (Eds). *GIS Posidonie publ*, France, 1: 255-275.
- Chauvet C. & Francour P. 1990.** Les mérous du parc national de Port-Cros : aspects socio-démographiques. *Bull.Soc. zool. France*, 114(4): 5-13.
- Chevassus B., Blanc J. M., & Chourrout D. 1979a.** Le contrôle de la reproduction chez les Poissons. II. Reproduction différée et stérilité. *Bull. fr. de Pisc*, 274: 32-46.
- Chevassus B., Chourrout D., & Jalabert B. 1979b.** Le contrôle de la reproduction chez les Poissons. 1. Les populations « monosexes ». *Bull. fr. de Pisc.*, 274, 18-31.
- Coll J., Linde M., García-Rubies A., Riera F. & Grau A. M. 2004.** Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975–2001. *Fish Res*, 70(1): 97-111.
- Collignon J. & Aloncle H., 1973.** Catalogue raisonné des poissons des mers marocaines. *Bull. Inst. Pêches Marit*, 21(2):1-267.
- Concini M.V., Elisa Seyboth E., Vieira J. P. & Garcia A.M. 2011.** Diet and feeding strategy of the dusky grouper *Mycteroperca marginata* (Actinopterygii: Epinephelidae) in a man-made rocky habitat in southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9 (1): 161-168.
- Concini M. V., Seyboth E., Vieira J. P., Varela Jr A. S., Barreiros J. P., Fávaro L. F. & Garcia A. M. 2013.** First record of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Actinopterygii: Epinephelidae) undergoing sexual transition in the South Western Atlantic, Brazil. *Hidrobiológica* 23:448–451.
- Cordon-Preciado V., Ufano S. & Bueno A. 2006.** Limiting amounts of budding yeast Rad53 S-phase checkpoint activity results in increased resistance to DNA alkylation damage. *Nucleic Acids Res*, 34(20): 5852-5862.
- Costa C. & Cataudella S. 2007.** Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian sea). *Environ. Biol. Fish*, 78:115-123.
- Craig M.T., Pondella D.J., Franck J.P.C. & Hafner J.C. 2001.** On the status of the serranid fish genus *Epinephelus*: Evidence of paraphyly based upon 16S DNAr sequence. *Mol. Phylogenet. Evol*, 19(1): 121-130.
- Craig M.T. & Hastings P.A. 2007.** A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyol Res*, 54: 1-17.

- Craig M.T., Graham R.T., Torres R.A., Hyde J.R., Freitas M.O., Ferreira B.P., Hostim-Silva M., Gerhardinger L.C., Bertoni A.A. & Robertson D.R. 2009.** How many species of goliath grouper are there? Cryptic genetic divergence in a threatened marine fish and the resurrection of a geopolitical species. *Endanger. Species. Res.*, 7:167-174.
- Craig, M., Y.J.S. de Mitcheson & P.C. Heemstra. 2011.** Groupers of the world: a field and market guide. North America: CRC Press/Taylor and Francis Group. 356 p.
- Cunha N.L., Fischer E., Carvalho L.F.A.C. & Santos C.F. 2009.** Bats of Buraco das Araras natural reserve, southwestern Brazil. *Biota Neotropica*, 9(4): 189–195.
- Cuttelod A., García N., Abdul Malak D., Temple H. & Katariya V. 2008.** The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. Pp. 1-14. *In*: Vié J.-C., Hilton-Taylor C. & Stuart S.N. (eds.). The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Gland, Switzerland.
- Dah A., Girardin M. & Vall M. 1991.** Les poissons de la communauté à Sciaenidés. *Bulletin du Centre National de la Recherche Océanographique et des Pêches*, 23: 82-92.
- Dagnelie P. 1975.** Théorie et méthodes statistiques, applications agronomiques: Vol. 2: Les méthodes de l'inférence statistique. *Duculot ed.*, Gembloux. 451 pp.
- Day T. & Mc Phail J.D. 1996.** The effect of behavioural and morphological plasticity on foraging efficiency in three-spine stickle back (*Gasterosteus* sp.). *Oecologia*, 108: 380-388.
- De Le Paz R. 1975.** Systématique et phylogénèse des Sparidae du genre *Diplodus* Raf. (Pisces, Teleostei). *Trav. Doc. ORSTOM.*, 45: 1-96.
- Derbal F. 2007.** L'ichtyofaune des côtes de l'Est algérien: écologie de quatre téléostéens (*D. cervinus cervinus*, *D. puntazzo*, *S. umbra*, *E. costae*) et contribution à la biologie du sar tambour *D. cervinus cervinus* (LOWE, 1838). Thèse de Doctorat d'Etat en sciences naturelles, spécialité: Biologie et Ecologie des Populations, 210 p, Université Badji-Mokhtar, Algérie.
- Derbal F. & Kara M.H. 1995.** Habitat et comportement du mérour *Epinephelus marginatus* dans la région d'Annaba (Algérie). *Cah. Biol. Mar.*, 36: 29-32.
- Derbal F. & Kara M.H. 1996.** Alimentation estivale du mérour *Epinephelus marginatus* (Serranidae), des côtes est algériennes. *Cybium*, 20 (3): 295-301.
- Derbal F. & Kara M.H. 2001.** Inventaire des poissons des côtes de l'Est algérien. *Rap. Com. Int. Exp. Sci. Mer. Med. CIESM*, 36: 258.

- Derbal F. & Kara M.H. 2006.** Régime alimentaire du sar tambour *Diplodus cervinus cervinus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybium*, 30: 161-170.
- Derbal F. & Kara M.H. 2007.** Cycle sexuel du corb *Sciaena umbra* (Sciaenidae) du littoral d'Annaba (Algérie Est). *CIESM*, 38: 459.
- Derbal F. & Kara M. H. 2007.** Composition et variations du régime alimentaire du corb *Sciaena umbra* des côtes de l'Est algérien. *Cybium*, 31(2): 199-207.
- Derbal F. & Kara M.H., 2007.** Régime alimentaire de la badèche *Epinephelus costae* (Steindachner, 1875) (Serranidae) des côtes de l'est algérien. Francour P., Gratiot J (Eds). 2007. *Second International Symposium on the Mediterranean Groupers*. Nice University publ., Nice: 154 pp.
- Derbal F. & Kara M.H. 2008.** Composition du régime alimentaire du bogue *Boops Boops* (Sparidae) dans le golfe d'Annaba (Algérie). *Cybium*, 32: 1-9.
- Derbal F. & Kara M.H. 2010.** Composition et variations du peuplement ichthyologique de l'herbier superficiel à *Posidonia oceanica* (L.) Delile, dans la baie d'Annaba (Algérie). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 65: 1-11.
- Derbal F. & Kara M. H. 2013.** Age, croissance et reproduction du sar tambour *Diplodus cervinus cervinus* des côtes de l'Est algérien. *Cybium*, 37(4): 247-254.
- Derbal F., Nouacer S. & Kara M.H. 2007.** Composition et variations du régime alimentaire du sparailon *Diplodus annularis* (Sparidae) du golfe d'Annaba (Est de l'Algérie). *Cybium*, 31: 443-450.
- Derbal F., Kara M.H. & Faure E. 2007.** Exposé synoptique des données écobioécologiques sur le mérrou brun *Epinephelus marginatus* (Serranidae) des côtes de l'Est Algérien. *Sci. Technol*, 26: 17-25.
- Derbal F., Francour P., Thibault T. & Kara M.H. 2013.** Ecologie des sars *Diplodus cervinus cervinus* (Lowe, 1838) et *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777), de la badèche *Epinephelus costae* (Steindachner, 1875) et du corb *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758) dans le golfe d'Annaba (Est, Algérie). *Nat. Technol*, 8: 2-11.
- Diatta Y., Bouain A., Clotilde-Ba F.L. & Capape C. 2003.** Diet of four serranid species from the Senegalese coast (eastern tropical Atlantic). *Acta Adriat*, 44(2): 175-182.
- Dieuzeide R. Nouvelle M. & Roland J. 1954.** Catalogue des poissons des côtes algériennes. II- Ostéoptérygiens. *Bull. Stn. Agric. Pêche Castiglione n. s.*, Alger : 258p.
- Djabali F., Brahmi B. & Mamass M. 1993.** Poissons des côtes algériennes. *Pelagos*, numéro spécial, 215 p.

- Donaldson E.M. & Hunter G.A. 1982.** Sex control in fish with particular reference to Salmonids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 99-110.
- Dulvy N.K., Sadovy Y. & Reynolds J.D. 2003.** Extinction and vulnerability in marine populations. *Fish. Fish.*, 4: 25-64.
- Economidis P.S, 1972-73.** Catalogue des poissons de la Grèce. *Hellenic. Oceanol. Limnol.*, 11: 421-598.
- Elizarov A.A. 1965.** Long-term variations of oceanographic conditions and stocks of cod observed in the areas of west Greenland, Labrador and Newfoundland. *Int. Comm. Northw. Atlantic. Fish, Spec Publ*, 6: 827-831.
- Ezzat A.A., Mikhail M.Y., Wadie W.F. & Hashem M.T. 1982.** Length-weight relationship and condition factor of *Epinephelus aeneus* and *Epinephelus alexandrinus* in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanog. Fish, Cairo*, 8: 173-186.
- Eklund A. M. & Schull J. 2001.** A stepwise approach to investigating the movement patterns and habitat utilization of goliath grouper, *Epinephelus itajara*, using conventional tagging, acoustic telemetry and satellite tracking. In: *Electronic tagging and tracking in marine fisheries* (Silbert, J.R. and Nielsen, J.L., eds.), *Kluwer Acad Publ*, Netherlands, 189-216.
- Estudillo C.B. & Duray M.N. 2003.** Transport of hatchery-reared and wild grouper larvae, *Epinephelus* sp. *Aquaculture* 219: 279-290.
- Fabi G., Manoukian S., & Spagnolo A. 2006.** Feeding behaviour of three common fishes at an artificial reef in the northern Adriatic Sea. *Bul. Mar. Sci.*, 78: 39- 56.
- Fablet R. & Ogor A. 2005.** TNPC : Digitised Processing for Calcified Structures, 44 p.
- Félix-Hackradt F. C. & Hackradt C. W. 2008.** Populational study and monitoring of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822), in the coast of Paraná, Brazil. *Braz. J. Conserv.*, 6: 141-156.
- Fennessy S.T. 2006.** Reproductive biology and growth of the yellow belly rockcod *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from South-East Africa. *Afr. J. Mar. Sci.*, 28(1): 1-11.
- Fischer W., Schneider M. & 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.

- Fischer R.P., Quigley K.L., Brock P., Chin D. & Cutler B.L. 1990.** The effectiveness of the cognitive interview in description and identification tasks. Paper presented at the American Psychology- Law society. Williamsburg, Virginia.
- Fontana A. 1979.** Etude du stock demersal côtier congolais: biologie et dynamique des principales espèces exploitées : propositions d'aménagement de la pêche. multigr. Th. : *Sci. Nat.*, Université Pierre et Marie Curie, Paris: 300 p.
- Forcada A., Bayle-Sempere J.T., Valle C. & Sánchez-Jerez P. 2008.** Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. *Mar. Environ. Res.*, 66: 536-547.
- Freitas J.C. de. 1982.** Predacao de *Stenorhynchus seticornis* (Crustacea, Majidae) por *Diplasterias brandtii* (Asteroidea) *Epinephelus morio* (Teleostei). *Cienc. Cult.*, 34(8): 1056-1058.
- Fritz E.S. 1974.** Total diet comparison fishes by Spearman rank correlation coefficient. *Copeia*, 1: 210-215.
- García-Rubis A. & Zabala M. 1990.** Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 54(4): 317-328.
- Gayanilo F. C. & Pauly P. 1996.** F. A. O. ICLARM Stock assessment Tools (FISAT). Reference Manual. F.A.O. Computerized information Service N° 8.
- Gayon J. 2000.** De la croissance relative à l'allométrie (1918-1936). *Rev. His. Sci.*, 53 (3-4): 475-498.
- Geffen A.J. 1983.** The deposition of otolith rings in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., embryos. *J. fish. Biol.*, 23(4): 467-474.
- Ghafir S.M & Guerrab K. 1992.** Le mérrou *E. guaza* (L. 1758) des côtes de l'ouest algérien : élément d'écologie et de biologie. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Océanographie, ISMAL (Alger). 108 p.
- Gibran F.Z. 2007.** Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) in southeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.*, 5(3): 1679-6225.
- Glamuzina B., Skaramuca B. & Kožul V. 1998a.** Oogenesis of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in captivity. In: Aquaculture and Water Fish Culture, Shellfish Culture and Water Usage. *Eur. Aquacult. Soc.*, Oostende, Belgium. Spec Pub 26: 95-96.

- Glamuzina B., Glavić N., Skaramuca B. & Kožul V. 1998b.** Induced sex reversal of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe). *Aquacult Res*, 29: 563-567.
- Glamuzina B., Skaramuca B., Glavić N. & Kožul V. 1998c.** Preliminary studies on reproduction and early life stages in rearing trials with dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Aquacult Res*, 29: 769-771.
- Glamuzina, B. & Skaramuca B. 1999.** A review: Adriatic groupers- status of natural populations and breeding perspectives. *Acta Adriat*, 40 (Suppl.): 79-90.
- Glamuzina B., Glavic N., Tutman P., Kozul V., Skaramuca B. 2000.** Egg and early larval development of laboratory reared goldblotch grouper, *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878) (Pisces, Serranidae). *Sci. Mar*, 64(3): 341-345.
- Glamuzina B., Glavic N., Skaramuca B., Kozul V. & Tutman P. 2001.** Early development of the hybrid *E. costae* female X *E. marginatus* male. *Aquaculture*, 198: 55-61.
- Glamuzina B., Tutman P., Conides A.J., Kozul V., Glavic N., Bolotin J., Lucic D., Onofri V. & Skaramuca B. 2003.** Preliminary results on growth and feeding of wild-caught young goldblotch grouper *Epinephelus costae* in captivity. *J. Appl. Ichthyol*, 19(4): 209-214.
- Goarant C. 1998.** Contribution à l'étude des populations de mérus bruns (*Epinephelus marginatus*) dans le bassin méditerranéen occidental par l'étude du polymorphisme enzymatique. Thèse de Doctorat Ecole Natl. Vétérinaire de Lyon, France. Université Lyon 1. 57 p.
- Gonçalves J. M. S., Bentes L., Lino P. G., Ribeiro J., Canário A. V. M. & Erzini K. 1997.** Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res*, 30: 253-256.
- Gordoa A., Moloa B. & Raventós N. 2000.** Growth performance of four wrasse species on the north-western Mediterranean coast. *Fish. Res*, 45: 43-50.
- Göthel H. 1992.** Fauna marina del Mediterráneo. *Ediciones Omega*, S.A., Barcelona. 319 p.
- Gracia L. V. 1996.** Estudio de la biología y posibilidades de cultivo de diversas especies del género *Epinephelus*. PhD. Thesis Universitat de Barcelona. Barcelona.
- Gracia López V. & Castelló-Orvay F. 2005.** Food habits of groupers *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) and *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878) in the Mediterranean Coast of Spain. *Hidrobiológica*, 15(1): 27-34.

- Guidetti P, Bussotti S. 2000.** Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* in the Western Mediterranean. *Oceanologica Acta*, 23: 759–770
- Hacunda J.S. 1981.** Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the gulf of Main. *Fish. Bull*, 79: 775-788.
- Hajisamae S., Chou L. M. & Ibrahim S. 2004.** Feeding Habits and Trophic Relationships of Fishes Utilizing an Impacted Coastal Habitat, Singapore. *Hydrobiologia*, 520: 61-71.
- Hajisamae S., Yeesin P. & Ibrahim S. 2006.** Feeding Ecology of Two Sillaginid Fishes and Trophic Interrelations with Other Co-existing Species in the Southern Part of South China Sea, *Environ. Biol. Fish*, 76: 167-176.
- Hannachi M.S., Derbal F., Boubekour M.S. & Kara M.H. 2014.** Composition et variations nycthémeral des peuplements ichtyologiques des petits fonds mixtes du golfe d'Annaba, Algérie. *Cybium*, 38(4): 243-253.
- Hannachi M.S. 2015.** Composition, structure et variation du peuplement ichtyologiques des petits fonds du golfe d'Annaba (Est, Algérie). LBM, UBM, 97P.
- Harchouche K., Maurin C. & Quero J.C. 2005.** Inventaire des proies ingérées par le marbré *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Pisces: Perciformes: Sparidae) dans la baie d'Alger et d'Annaba. *An. Soc. Sci. Nat. Charente Maritime*, 9(5): 491-502.
- Harmelin J.G. & Harmelin-Vivien M. 1999.** A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Marine Life*, 9(2): 11-20.
- Harmelin J.G. & Robert P. 2001.** Evolution récente de la population du mérrou brun (*Epinephelus marginatus*) dans le Parc National de Port-Cros (France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 18: 149-161.
- Harmelin J. 2013.** Le mérrou brun et le corb : deux Grands Témoins de 50 ans de protection du milieu marin dans le Parc national de Port-Cros (France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl Park*, 27: 263-277.
- Harper D. E., Bohnsack J. A. & Lockwood B. R. 2000.** Recreational fisheries in Biscayne national park, Florida, 1976-1991. *Mar. Fish. Rev*, 62: 8-22.
- Harrington R.W. 1974.** Sex determination and differentiation in fishes, 4-12. In SCHRECK C. B., Control of sex in fishes. Virginia Polytech. Inst.
- Harrington R.W. 1975.** Sex determination and hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* (Cyprinodontidae: Atheriniformes). In: Intersexuality in the Animal Kingdom. R Reinboth (ed). Springer- Verlag, Berlin. pp 249-262.

- Hassan B., Li L., Bremer K.A., Chang W., Pinsonneault J. & Vaessin H. 1997.** Prospero is a panneural transcription factor that modulates homeodomain protein activity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 94(20): 10991-10996.
- Hassin S., De Monbrison D., Hanin Y., Elizur A., Zohar Y., Popper D.M., 1997.** Domestication of the white grouper *Epinephelus aeneus*. 1. Growth and reproduction. *Aquaculture*, 156: 305-316.
- Hasting P.A. 1981.** Gonad morphology and sex succession in the protogynous hermaphrodite *Hemanthias vivanus* (Jordan & Swain). *J. Fish. Biol.*, 18: 443-454.
- Heemstra P.C. 1991.** A taxonomic revision of the eastern Atlantic groupers (Pisces: Serranidae). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 43(226): 5-71.
- Heemstra P.C. & Randall J.E. 1993.** FAO Species Catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (family Serranidae, subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. Rome: FAO. *FAO Fisheries Synopsis*, 125(16): 382 p.
- Hile R. 1970.** Body-scale relation and calculation of growth in fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99(3): 468-474.
- Hossu B. & Salnur S. 2007.** Embryonic and Larval Development of White Grouper (*Epinephelus aeneus*, Bloch, 1793). *2nd Symposium on Mediterranean Groupers Francour P., Gratiot J. (eds). Nice*. Pp101.
- Hyslop E.J. 1980.** Stomach contents analysis- a review of methods and their application. *J. Fish. Biol* 17: 411-429.
- IGFA 2001.** Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- Islam M.S., Hibino M. & Tanaka M. 2006.** Distribution and dietary relationships of the Japanese temperate bass *Lateolabrax japonicus* juveniles with two contrasting copepod assemblages in estuarine nursery grounds in the Ariake Sea, Japan. *J. Fish. Biol*, 68 (2): 569-593.
- Jardas I. 1996.** Adriatic ichthyofauna. *Školska knjiga* dd, Zagreb.
- Jearld A. Jr. 1983.** Age determination. Pages 301-324. In: L. A. Nielsen & D. L. Johnson, editors. Fisheries techniques. *Am. Fish. Soc.*, Bethesda, Maryland.
- Jennings S., Dinmore T.A., Duplisea D.E., Warr K.J. & Lancaster J.E. 2001.** Trawling disturbance can modify benthic production processes. *J. Anim. Ecol.*, 70: 459-475.
- Johnson G.D. 1983.** *Niphon spinosus*: A primitive Epinepheline serranid, with comments on the monophyly and intra-relationships of the Serranidae. *Copeia*, 777-787.

- Kara M.H. 1997.** Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrarchus labrax* du golfe d'Annaba. *Cah. Biol. Mar*, 38: 161-168.
- Kara M. H. 1999.** Age et croissance du loup *Dicentrarchus labrax* dans le golfe d'Annaba. *J. Appl. Ichtyol*, 15: 181-187.
- Kara M.H. & Derbal F. 1995.** Morphométrie, croissance et mortalités du mérour *Epinephelus marginatus* (Serranidae) des côtes de l'est algérien. *Cah. Biol. Mar*, 36: 229-237.
- Kara M.H. & Derbal F. 1996.** Régime alimentaire du loup *Dicentrarchus labrax* dans le Golfe d'Annaba (Algérie). *Ann. Inst. Océanogr, Paris*, 72 (2): 185-194.
- Kara M.H. & Derbal F. 1998.** Exposé synoptique des données biologiques sur le mérour *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) des côtes algériennes. In Symposium International sur les Méroues de Méditerranée. Proc of a Symposium, 5-7 nov. 1998, at Ile des Embiez, France, *Mém. Inst. Oceanogr. P. Ricard*: 95-102.
- Kara M.H. & Derbal F. 1999.** Données biologiques sur le mérour *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) des côtes algériennes. *Mar. Life*, 9(2): 21-27.
- Kara M. H. & Frehi H. 1997.** Etude biométrique du loup *Dicentrarchus labrax* du golfe d'Annaba. Différenciation d'une population lagunaire voisine. *J. Rech. Océanogr.*, 22(2): 45-50.
- Kara M.H., Chaoui L., Derbal F., Zaidi R., De Boisseson C., Baud M. & Bigarre L. 2014.** Betanodavirus-associated mortalities of adult wild groupers *Epinephelus marginatus* (Lowe) and *Epinephelus costae* (Steindachner) in Algeria. *J. Fish. Diseases*, 37: 273-278.
- Kartas F. & Quignard J.P. 1984.** La fécondité des poissons téléostéens, paris, Masson, 117 pp.
- Kyrtatos N.A. 1982.** Investigation on fishing and biology of the most important fishes of the region around the Aegean Sea. Island of Tinos. *Thalasso graphica*, specl publ, 5:88 p.
- Kouassi K.D., N'da K. & Diaha N.C. 2010.** Régime alimentaire du mérour blanc *Epinephelus aeneus* (Serranidae), de la pêche artisanale en Côte d'Ivoire. *Cybium*, 34(3): 263-268.
- Koven W., Ben-Atia I., Lutzky S, Nixon O, Tandler A. 2007.** Food particle size and photoperiod are critical factors in first feeding white grouper (*Epinephelus aeneus*) larvae. *2nd Symposium on Mediterranean Groupers Francour P., Gratiot J. (eds). Nice*, 109-111.

- Ktari M.H., Bouain A. & Quignard J.P. 1978.** Régime alimentaire des loups (poissons, téléostéens, Serranidae) *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) et *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1892) des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Sci. Technol. Mer-Salammbô*, 5(1-4): 5-15.
- Lahaye J. 1981.** Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis*, 6 (7): 637-654.
- Lal B. & Singh T.P. 1987.** Changes in tissue lipid levels in the fresh waters catfish (*C. batrachus*) associated with the reproductive cycle. *Fish. Physiol. Biochem*, 3: 191-201.
- La Mesa G., Longobardi A., Sacco F. & Marino G. 2008.** First release of hatchery juveniles of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Serranidae: Teleostei) at artificial reefs in the Mediterranean: results from a pilot study. *Scientia Marina*, 72(4): 743-756.
- Lamotte M. 1967.** Initiation aux Méthodes statistiques en Biologie. 2nd édit. Paris: Masson & Cie. 144 p.
- Le Cren E.D. 1951.** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol*, 20: 210-219.
- Lea E. 1910.** On the methods used in the herring investigation. *Publ. Circ. Con. Int. Expl. Mer Copenhaguen*, 53: 7-175.
- Lechekhab S., Lechekhab H. & Djebbar A.B. 2010.** Évolution des gonades hermaphrodites lors du cycle sexuel de *Pagellus bogaraveo* (Sparidae) du golfe d'Annaba, côtes Est d'Algérie. *Cybium*, 34(2): 167-174.
- Lecointre G. & Le Guyader H. 2007.** Classification phylogénétique du vivant. 559 p. Paris: Belin (3^{ème} édition revue et augmentée).
- Lee R.M. 1920.** A review of the methods of age and growth determination in fish by means of scales. *Fish. Invest.*, 2: 1-32.
- Lejeusne C., Chevaldonne P., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F. & T. Perez. 2010.** Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends. Ecol. Evolut*, 25 (4): 250-260.
- Lemaire C., Allegrucci A., Naciri M., Bahri-Sfar L., Kara, M.H. & Bonhomme F. 2000.** Do discrepancies between microsatellite and allozyme variation reveal differential selection between sea and lagoon in the seabass (*Dicentrarchus labrax*)?. *Mol. Ecol*, 9: 457-467.
- Linde M.M., Grau A., Riera F. & Massuti-Pascual E. 2004.** Analysis of trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae). *Cybium*, 28(1): 27-35.

- Lipej L., Orlando-Bonaca M., Ozbek B. & Dulčić J. 2009.** Nest characteristics of three labrid species in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Acta Adriat*, 50(2): 139-150.
- Lombardi-Carlson L., Fitzhugh G., Palmer C., Gardner C., Farsky R. & Ortiz M. 2008.** Regional size, age, and growth differences for red grouper (*Epinephelus morio*) along the west Florida shelf. *Fish. Res.*, 91: 239–251.
- Louisy P. 2002.** Guide d'identification des poissons marins. Europe et Méditerranée. Paris: Eds. Eugène Ulmer, 430 p.
- Louisy P., Ganteaume A. & Francour P. 2007.** Les relations des espèces de mérous à leur habitat : *E. marginatus*, *E. costae* et *M. rubra*, dans la région de Kas, Turquie, Méditerranée orientale. (eds). 2nd Symposium on Mediterranean Groupers. Francour, P. & Gratiot. Nice, France, May 10th - 13 th, 121-123.
- Lupatsch I. & Kissil G.W. 2007.** Influence of stocking density on growth and feed utilization of juvenile white grouper (*Epinephelus aeneus*) in culture.
- Machado L.F., Daros F.A.M.L., Bertoncini A.A., Hostim-Silva M. & J.P. Barreiros. 2008.** Feeding strategy and trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from Southern Brazil. *Cybium*, 32(1):33-41.
- Man-Wai R. & Quignard J.P. 1984.** Les sars *Diplodus sargus* (Linné, 1758) du golfe du Lion: croissance et caractéristique des débarquements aux criées de Sète et grau du Roi. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit*, 46: 173-194.
- Manzoni, P. 1987.** Enciclopedia illustrata delle specie ittiche marine. *Istituto Geografico de Agostini Camera di Commercio di Como*. 127 p.
- Marino G. & Azzurro E. 2001.** Nodavirus in dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) of the Natural Marine Reserve of Ustica, South Tyrrhenian sea. *Biol. Mar. Medit*, 8: 837-841.
- Marino G., Azzurro E., Massari A., Finoia M.G. & Mandich A., 2001.** Reproduction in the dusky grouper from the southern Mediterranean. *J. Fish. Biol*, 58: 909- 927.
- Marino G., Uria J.A., Puente X. S., Quesada V., Bordallo J. & Lopez-Otin C. 2003.** Human autophagins, a family of cysteine proteinases potentially implicated in cell degradation by autophagy. *J. Biol. Chem*, 278(6): 3671-8
- Martin N.B., Houlihan D.F., Talbot C. & Palmer R. M. 1993.** Protein metabolism during sexual maturation in female Atlantic salmon (*S. salar* L). *Fish. Physiol. Biochem*, 12: 131-141.

- Matić-Skoko S., Antolić B. & Kraljević M. 2004.** Ontogenetic and seasonal feeding habits of the annular seabream (*Diplodus annularis* L.) in *Zostera sp.* beds, eastern Adriatic Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 20: 376-381.
- Maurin C., 1968.** Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie libero-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 32 (1): 1-147.
- Mayer I., Shackley S.E. & Ryland J.S. 1988.** Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax*. L. I. An histological and histochemical study of oocyte development. *J. Fish. Biol.*, 33(4): 609-622.
- Mayrat A., 1959.** Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forsk.). *Bull. I.F.A.N.*, XXI, série A: 1.
- Meinesz A., Bianconi C.H., Miniconi R. 1990.** Une troisième espèce de mérrou dans la réserve naturelle de Scandola : la badèche (*Epinephelus alexandrinus*). *Trav. Sci. Parc nat. rég. Rés. Nat. Corse. Fr.*, 26: 57-60.
- Meunier F.J. 1988.** Détermination de l'âge individuel chez les ostéichthyens à l'aide de la squelettochronologie: historique et méthodologie. *Acta Oecol., Oecol. Gener.*, 9(3): 299- 329.
- Meunier F.J., Pascal M. & Loubens G. 1979.** Comparaison de méthodes squelettochronologiques et considérations fonctionnelles sur le tissu acellulaire d'un osteichthyen du lagon néo-calédonien (*Lethrinus nebulosus*) (Forsk., 1775). *Aquaculture*, 17: 137-157.
- Meyer A. 1990.** Ecological and evolutionary consequences of trophic polymorphism in *Cichlasoma citrinellum* (Pisces: Cichlidae). *Biol. J. Linn. Soc.*, 39: 279-299.
- Miniconi R. 1989.** Les poissons et la pêche en Corse. Diplôme de Recherches Universitaires, *Univ. Aix-Marseille*, 2: 1-504.
- Miniconi R., Francour P., Bianconi C.H. 1990.** Inventaire de la faune ichthyologique de la réserve naturelle de Scandola (Corse, Méditerranée nord-occidentale). *Cybium*, 14(1): 77-89.
- Mohdeb R. & Kara M. H. 2014.** Age, growth and reproduction of the Morocco dentex *Dentex maroccanus* of the eastern coast of Algeria. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 95(6): 1-10.

- Morales-Nin B., Moranta J., García C., Tugores M. P., Grau A. M., Riera F. & Cerdà, M. 2005.** The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES J. Mar. Sci*, 62: 727-739.
- Moranta J., Palmer M., Morey G., Ruiz A. & Morales-Nin B. 2006.** Multi-scale spatial variability in fish assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows in the Western Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf. Sci*, 68:579-592.
- Morin R. 2012.** Production de lots purs de néomâles d'omble de fontaine au moyen de l'administration d'hormones à des poissons provenant de familles présumées monosexes femelles et à des poissons gynogénétiques. *Doc. Trans. Techn. MAPA, Québec*, 3: 1-20 p.
- Morris A.V., Roberts C.M. & Hawkins J.P. 2000.** The threatened status of groupers (Epinephelinae). *Biodiv. Conserv*, 9: 919-942.
- Mouillot D., Culioli J-M., Lepretre A., & Tomasini J. A. 1999.** Dispersion Statistics and Sample Size Estimates for Three Fish Species (*Symphodus ocellatus*, *Serranus scriba* and *Diplodus annularis*) in the Lavezzi Islands Marine Reserve (South Corsica, Mediterranean Sea). *Mar. Ecol*, 20(1): 19-34.
- Mouneimne N. 1978.** Poisson des côtes du Liban (Méditerranée orientales). Biologie et pêche. Thèse Doct d'Etat Es- Science, Paris VI : 490 p.
- Munday B.L., Kwang J. & Moody N. 2002.** Betanodavirus infections in teleost fish: a review. *J. Fish. Diseases*, 25: 127-142.
- Nassour I. & Leger C.L. 1989.** Deposition and mobilization of body fat during sexual maturation in female trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquat. Liv. Resour*, 2: 153-159.
- Neill S.R.St.J. 1966-1967.** Observations on the behaviour of the grouper species *Epinephelus guaza* and *E. alexandrinus* (Serranidae). *Underwater. Assoc. Rep*: 101-106.
- Nelson JS. 2006.** Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc. New York. 4th ed. 601 pp.
- Nikolsky G.V. 1963.** The ecology of fishes. Academic Press. 352 p.
- Nunn A.S., Fonseca E.M., Bastos F.I., Gruskin S. & Salomon J.A. 2007.** Evolution of antiretroviral drug costs in Brazil in the context of free and universal access to AIDS treatment. *Plos. Medicine*, 4: 305-305.
- Nouacer S. & Djebbar B. 2007.** Le sar *Diplodus annularis* (L., 1758) du golfe d'Annaba: Croissances linéaire et pondérale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, 38 : 556-556.

- Nouacer S., Derbal F. & Kara M. H. 2007.** Régime alimentaire du sparailon *Diplodus annularis* (Linné, 1758) (Teleostei, Sparidae) du Golfe d'Annaba (Algérie-Est). *Cybium*, 31(4): 443-450.
- Ouannes-Ghorbel M., Jarboui O., Bradai M. N. & Bouain A. 1996.** Détermination de la taille de première maturité sexuelle par une fonction logistique chez *Limanda limanda*, *Pagellus erythrinus* et *Scorpaena porcus*. *Bull. INSTM*, NS. Salâmbô, 3: 24-27.
- Ouannes-Ghorbel M., Bradai M.N. & Bouain A. 2002.** Période de reproduction et maturité sexuelle de *Symphodus tinca* (*Crenilabrus*) (Labridae), des côtes de Sfax (Tunisie). *Cybium*, 26(2): 89-92.
- Palma J. & Andrade J. P. 2002.** Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo* and *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. *Fish. Res*, 57(1): 1-8.
- Parenti P. & Bressi N. 2001.** First record of the orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* (Perciformes: Serranidae) in the Northern Adriatic Sea. *Cybium*, 25(3): 281–284.
- Patrick L., Ganteaume A. & Francour P. 2007.** Les relations des espèces de mérour à leur habitat – *Epinephelus marginatus*, *E. costae* et *Mycteroperca rubra* - dans la région de Kas, Turquie, Méditerranée Orientale. 2nd *Symposium on Mediterranean Groupers*. Francour P., Gratiot J. (eds). Nice, 121-123.
- Pauly D. 1993.** Fishbyte section editorial. Naga, *ICLARM Quart.* 16: 26.
- Pauly D. & Munro J.L. 1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 2(1): 21.
- Pauly D. & Christensen V. 2000.** Trophic levels of fish, p. 181 *In*: R. Froese and D Pauly (eds.), *Fishbase. Concepts, design and data sources*. ICLARM, Los Banôs, Philippines.
- Passakas T. & Tesch F.W. 1980.** Karyological and gonadal sex of eels (*Anguilla anguilla*) from the German Bight and the lower river Elbe. *Helgol. Meeresunters*, 34: 159-64.
- Pears R. J., Choat J. H., Mapstone B. D., & Begg G. A. 2006.** Demography of a large grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*, from Australia's Great Barrier Reef: implications for fishery management. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 307: 259-272.
- Petrakis G. & Stergiou K.I. 1995.** Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res*, 21: 465-469.

- Pierre S., Gaillard S., Prévot-D'Alvise N., Aubert J., Rostaing-Capaillon O., Leung-Tack D. & Grillasca J.P. 2007.** Grouper aquaculture: Asian success and Mediterranean trials. *Aquat. Conserv. Mar. Fresh. Ecol.* 18: 297–308.
- Pinkas L., Oliphant M.S. & Iverson I. L. K. 1971.** Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Pinnegar J.K. & Polunin N.V.C. 2000.** Contributions of stable isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. *Ecologia*, 122: 399-409.
- Prager M.H., Saila S.B. & Recksiek C.W. 1989.** Fishparm: a micro-computer program for parameter estimation of non-linear models in fishery science. 2nd edition. *Old. Dom. Tech. Rep. Norfolk, VA: Old Dominion University.*
- Quignard J.P. & Tomasini J.A. 2000.** Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (3): 1-66.
- Quiniou L. 1978.** Les poissons démersaux de la baie de Douarnenez. Alimentation et écologie. Thèse 3^{ème} cycle, Océanographie Biologique. 222 p. Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.
- Rafaïl S.Z., Daoud W.L. & Hilal M. M. 1969.** Long line Mediterranean fisheries studies west of Alexandria. *Stud. Rev. gen. Fish. Counc. Mediterr.*, 42: 3-16.
- Refes W., Semahi N. & Boulahdid M. 2010.** Diversité et biogéographie de l'ichtyofaune orientale de la côte algérienne. *J. Sci. Hal. Aquat.*, 3: 54 - 66.
- Reinboth R. 1980.** Can sex inversion be environmentally induced? *Biol. Reprod.*, 22: 49-59.
- Relini G., Relini M., Torchia G. & De Angelis G. 2002.** Trophic relationships between fishes and artificial reef. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 36-42.
- Reñones O., Polunin N.V.C. & Goni R. 2002.** Size related dietary shifts of *Epinephelus marginatus* in a western Mediterranean littoral ecosystem: An isotope and stomach content analysis. *J. Fish. Biol.*, 61: 122-137.
- Reñones O., C. Piñeiro X. Mas & Goñi R. 2007.** Age and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) in an exploited population of the western Mediterranean Sea. *J. Fish. Biol.*, 71: 346-362.
- Reñones O., Grau A., Mas X., Riera F. & Saborido-Rey F. 2010.** Reproductive pattern of an exploited dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) (Pisces: Serranidae) population in the western Mediterranean. *Sci. Mar.*, 74:523–537.

- Richter H.C., Luckstadt C., Focken U. & Becker K. 2000.** An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 48: 255-264.
- Robinson B.W. & Wilson D.S. 1995.** Experimentally induced morphological diversity in *Trinidadian guppies (Poecilia reticulata)*. *Copeia*, 294-305.
- Rodriguez-Ruiz S., Sanchez-Lizaso J.L. & Ramos-Esplá A. A. 2002.** Feeding of *Diplodus annularis* in *Posidonia oceanica* meadows ontogenetic, diet and habitat related dietary shifts. *Bull. Mar. Sci.*, 71: 1353-1360.
- Rosecchi E. & Nouaze Y. 1987.** Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pêches. Mar.*, 49(3-4): 111-123.
- Rowland J.T., Basic D., Storey J.E. & Conforti D.A. 2006.** The Rowland Universal Dementia Assessment Scale (RUDAS) and the Folstein MMSE in a multicultural cohort of elderly persons. *Inter. Psychoger.*, 18 (1): 111-120.
- Rudd M. A. & Tupper M. H. 2002.** The Impact of Nassau Grouper Size and Abundance on Scuba Diver Site Selection and MPA Economics. *Coast. Manag.*, 30(2): 133-151.
- Ruitton S., Francour P., & Boudouresque C. F. 2000.** Relationships between algae, benthic herbivorous invertebrates and fishes in rocky sublittoral communities of a temperate sea (Mediterranean). *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 50(2): 217-230.
- Sadovy Y., Flguerola M. & Roman A. 1992.** Age and growth of red hind *Epinephelus guttatus* in Puerto Rico and St. Thomas. *Fish. Bull. U.S.* 90: 516-528.
- Sadovy de Mitcheson Y., Craig M.T., Bertoncini A.A., Carpenter K.E., Cheung W.W. L., Choat J.H., Cornish A.S., Fennessy S.T., Ferreira B.P., Heemstra P.C., Liu M., Myers R.F., Pollard D.A., Rhodes K.L., Rocha L.A., Russell B.C., Samoilys M.A. & Sanciangco J. 2012.** Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. *Fish. Fish.*, doi: 10.1111/j.1467-2979.2011.00455.x
- Safran P., 1992.** Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.*, 112: 545-551.
- Santos M.B., Pierce G.J., López A., Barreiro A. & Guerra A. 1996.** Diets of small cetaceans stranded in the north western Spain. *ICES.C. M. Doc.*, 11: 6-6.
- Santos R.S., Porteiro F.M. & Barreiros J.P. 1997.** Marine fishes of the Azores: An annotated checklist and bibliography. *Arquipél. Life. Mar. Sci. Suppl*1: xxii +231 p.

- Scharf F.S., Juanes F. & Rountree R.A. 2000.** Predator size-prey relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic niche breadth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 208: 229-248.
- Seyboth E., Condini M.V., Albuquerque C.Q., Varela Jr.A.S., Velasco G., Vieira J.P. & Garcia A.M. 2011.** Age, growth, and reproductive aspects of the dusky grouper *Mycteroperca marginata* (Actinopterygii: Epinephelidae) in a man-made rocky habitat in southern Brazil. Porto Alegre. *Neotrop. Ichthyol.* 9(4): 849-856.
- Shelton W.L. 1986.** Control of sex in Cyprinidae for aquaculture. In: Aquaculture in Cyprinids, Ed: Billard R. & Marcel J. *INRA*, Paris, France. 179-194.
- Siau Y. & Bouain A. 1994.** Preliminary indications on growth and reproduction in the protogynous grouper *Mycteroperca rubra* (Pisces, Serranidae). *J. Afr. Zool.* 108(4): 353-359.
- Smith C.L. 1971.** A revision of the American groupers: *Epinephelus* and allied genera. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 146 (2): 69-241.
- Smith W.L. & Craig M.T. 2007.** Casting the percomorph net widely: the importance of fishes. *Copeia*, 35-55.
- Sparta A. 1935.** Contributa alla Conoscenza dello suiluppo nei percidi nova ovariche mature d'*Epinephelus* guaza e stadi post-embrional e larvali di *Epinephelus alexandrinus*. Cuv. & Val. *Rend. Comitato Talasogr. Ital. Venice Mem.*, 224: 1-13.
- Spedicato M.T., Contegiacomo M., Carbonara P., Lembo G. 1998.** Ovarian maturation and spawning in *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) induced by hormone treatments. In: *Proceedings of 3rd International Symposium on New Species of Mediterranean Aquaculture*, Alguero (Italy), 22-24 April 1998.
- Spedicato M.T. & Boglione C. 2000.** Main constraints in the artificial propagation of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834): Three years experimental trials on induced spawning and larval rearing. In: Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Finfish Species Diversification, Zaragoza (Spain), 24-27 May 1999. *Cah. Options. Méditerr.*, 47: 227-234.
- Stequert B. 1971.** Contribution à l'étude de la croissance et de la reproduction du Bar (*Dicentrarchus labrax*) dans le réservoir à poissons du bassin d'Arcachon. *Rapport D.E.A*, Université de Bordeaux I : 54p.
- Stanley J.G. 1981.** Manipulation of developmental events to produce monosex and sterile fish. *Rapp. P. V. Réun. Cons. Inst. Explor. Mer*, 178: 485-491.

- Stergiou K.I. & Fourtouni H. 1991.** Food habits, ontogenetic diet shift and selectivity in *Zeus faber* (Linnaeus, 1758). *J. Fish Biol*, 39: 589-603.
- Stergiou K.I. & Karpouzi V.S. 2002.** Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Rev. Fish. Biol. Fish*, 11: 217-254.
- Teissier G. 1948.** La relation d'allométrie: sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4(1): 14-53.
- Thompson R. & Munro J.L. 1978.** Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *J. Fish. Biol.*, 12: 115-146.
- Thorpe R.S. 1987.** Geographic variation: a synthesis of cause, data, pattern and congruence in relation to subspecies multivariate analyses and phylogenesis. *Boll. Zool*, 54: 3-11.
- Tirasin E.M. & Jørgensen T. 1999.** An evaluation of the precision of diet description. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 182: 243-252.
- Torchio M. 1963.** Sulla mutabilità della colorazione in *Epinephelus alexandrinus* (Cuv. Val.) 1828 (Osteichthyes Serranidae). *Estratto dalla Rivista di Scienze Naturali, Nat*, 4: 6.
- Tortonese E. 1973.** Serranidae, p. 355-362. In: J.C. Hureau and Th. Monod (eds), Check-list of the Fishes of the North-eastern Atlantic and of the Mediterranean. 1: 1-683, *Uni. Nat. Educat. Sci. Cult. Organ, Paris*.
- Tortonese E. 1975.** Osteichthyes, (Pesci ossei). Parte Seconda. Edizioni Calderini, Bologna. *Fauna Italia*, 11: 1-636.
- Tortonese E. 1986.** Serranidae, p. 780-792. In: P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen, and E. Tortonese (eds). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. 2: 515-1007.
- Tucker J.W. Jr. 1994.** Spawning by captive Serranid fishes: A Review. *J. world Aquac. Soc.*, 25: 345-354.
- Tweddle D. & Turner J.L. 1977.** Age, growth and natural mortality rates of some Cichlid fishes of Lake Malawi. *J. Fish. Biol*, 10: 385-395.
- Ugwumba A.A.A. 1992.** The food and feeding habits of *Heterotis niloticus* (Teleostei: Osteoglossidae) in a small tropical man-made lake in Ibadan, Nigeria. *Niger. Inst. Oceanogr. Mar. Res, Lagos (Nigeria)*, 106 (2): 113-123.
- Vadiya V. 1984.** Reproductive systems of *Epinephelus aeneus* and *Epinephelus alexandrinus* (Serranidae) from the Southeastern Mediterranean. *J. Ichthyol.*, 24(3): 77-81.
- Valente A.C.N. 1992.** A alimentação natural dos peixes. Série Monografias – Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre, Universidade do Porto – Portugal. 33p.

- Vendramin M.E., Costa E.V., Dos Santos E.P., Pinheiro M.L.B., Barison A. & Campos F.R. 2013.** Biochem. Syst. Ecol. 49: 152.
- Von Bertalanffy L. 1938.** A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10(2): 181-213.
- Yamazaki F. 1976.** Application of hormones in fish culture. *J. Fish. Res. Bd Can*, 33: 948-958.
- Wadie W.F., Hashem M.T., Mikail M.Y. & Ezzat A.A. 1981.** Age and growth of *Epinephelus alexandrinus* in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish., Cairo*, 7(3): 559-574.
- Wadie W.F., Ezzat A.A. & Mikail M.Y. 1985.** Biometric studies on *Epinephelus aeneus* (G. Saint Hilaire) and *E. alexandrinus*. *Folia. Morphol. Prague*, 33(4): 310-315.
- Waschkewitz R., Wirtz P. 1990.** Annual migration and return to the same site by an individual grouper, *Epinephelus alexandrinus* (Pisces, Serranidae). *J. Fish. Biol.*, 36(5): 781-782.
- Weatherly A.H. & Gill H.S. 1987.** The biology of fish growth. Academic Press, Orlando, FL, 443 p.
- Weinberg S. 2013.** Découvrir la vie sous-marine Méditerranée. Guide d'identification, 665 espèces de faune et flore. *Eds Gap*. 526 p.
- Werner Hackradt C. 2012.** Carlos "Population ecology and mobility patterns of groupers (Serranidae: Epinephelinae) on temperate rocky reefs on south-western Mediterranean Sea: Implications for their conservation". Thèse de doctorat, Université de Mursia, Portugal, 160p.
- Whitehead D.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese E. 1984-1986.** Fishes of the north-eastern atlantic and Mediterranean. *UNESCO Ed., Paris*, 3: 1-1473.
- Windell J. T. 1971.** Food analysis and rate of digestion. In 'Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters'. 2nd edn. (Ed. W. E. Ricker.) *IBP Handbook*. 3: 215-26. (Blackwell: Oxford.).
- Windell J.T. & Bowen H.S. 1978.** Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In: T. Bagenal (Ed.), *Methods for Assesment of Fish Production in Fresh Waters*. 3rd edition *IBP Handbook* No: 3.
- Wootton R.J. 1990.** Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall, New York, 404 p.

- Yvonne S., Miguel F. & Ana R. 1992.** Age and growth of red hind *Epinephelus guttatus* in Puerto Rico and St Thomas. *Fish. Bull.*, U.S, 90: 516-528.
- Zaidi R., Derbal F. & Kara M.H. 2013.** Régime Alimentaire D'*Epinephelus costae* (Serranidae) des Côtes est de l'Algérie. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, 40: 902.
- Zaidi R., Derbal F. & Kara M.H. 2015.** Régime alimentaire de la badèche *Epinephelus costae* (Serranidae) des côtes de l'Est algérien. *VI^{ème} Rencontres de l'Ichtyologie en France*. PP 125.
- Zander C.D. & J. Berg. 1984.** Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fishes of the Banyuls area (Mediterranean Sea).II. Prey selection and size preference. *Vie Milieu*, 34: 149-157.
- Zeraouli-Khodja F. & Amalou N. 2005.** Étude anatomique et histologique des gonades d'un poisson hermaphrodite, *Pagellus acarne* (Risso, 1826) des côtes algéroises. *Soc. Zool. Fr*, 130(1): 81-93.