

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة باجي مختار- عنابة

BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA



Année 2008-2009

M É M O I R E

présenté en vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER en Sciences de la Mer
Option : Synécologie fonctionnel et parasitisme en milieu aquatique

Contribution à la biologie de *Spondyliosoma cantharus* (Téléostéen, Sparidé) du golfe d'Annaba (Algérie, Est)



Naïma BOUGUAMOU

DEVANT LE JURY

PRÉSIDENT

M. Hichem KARA (Professeur, Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba)

ÉXAMINATEURS

Lama CHAOUI (Maître de Conférences, Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba)

Brahim DRAREDJA (Maître de conférence, Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba)

DIRECTEUR

Farid DERBAL (Maître de Conférences, Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba)

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
1	Comparaison statistique des paramètres numériques de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	34
2	Résultats du test d'homogénéité des caractères métriques et pondéraux des otolithes sagittae gauches et droits chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba (N = 195).	38
3	Comparaison des valeurs des caractères numériques chez <i>S. cantharus</i> .	41
4	Comparaison des résultats des paramètres métriques chez les femelles et les mâles de <i>S. cantharus</i> avec celles de <i>B. boops</i> .	44
5	Comparaison des résultats des paramètres métriques chez les mâturs et les immatures de <i>S. cantharus</i> avec celles de <i>B. boops</i> .	45
6	Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des otolithes de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	67
7	Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des otolithes de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	68
8	Comparaison des fréquences des femelles et des mâles à chaque âge par les deux méthodes (otolithométrique et scalimétrie) chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	69
9	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez la population totale de <i>S. cantharus</i> .	69
10	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez les femelles de <i>S. cantharus</i> .	70
11	Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez les mâles de <i>S. cantharus</i> .	71
12	Comparaison des paramètres de Von Bertalanffy, de l'indice de performance de croissance (ϕ) chez <i>S. cantharus</i> , dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique.	81
13	Comparaison de résultats de la relation taille-poids de <i>S. cantharus</i> dans les différentes régions méditerranéennes et atlantiques.	84
14	Echelle de maturation des gonades (d'après Buxton, 1990).	90
15	Structure de la population de <i>S. cantharus</i> échantillonnée dans le golfe d'Annaba.	95
16	Sex-ratio de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba en période de reproduction et hors période.	95

17	Variations de la sex-ratio en fonction de la taille de <i>S. cantharus</i> .	96
18	Coefficients de corrélation et équations des droites de régression entre la fécondité absolue et les caractéristiques métriques (longueur totale) et pondérales (poids total, poids somatique et de la gonade) chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	113
19	Fécondité absolue et relative chez <i>S. cantharus</i> du littoral d'Annaba.	114
20	Comparaison des périodes de reproduction de <i>S. cantharus</i> dans des différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique.	117
21	Taille (cm) et âge (en année) de <i>S. cantharus</i> à la première maturité sexuelle dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique.	119
22	Comparaison du diamètre ovocytaire (μm), des fécondités absolue (œufs) et relative (œufs/g) chez <i>S. cantharus</i> dans différentes localités.	120

Liste des figures

N°	Intitulé	Page
1	Principales espèces de Sparidae communs à la Méditerranée (site du devises.free-fr/Sparidae.ppt, 2006, modifié).	15
2	Photo montrant des adultes de <i>S. cantharus</i> dans son milieu naturel (Site Fishbase, 2008).	16
3	Dentition de <i>S. cantharus</i> (Site Fishbase, 2008).	17
4	Répartition mondiale de <i>S. cantharus</i> (site fishbase, 2008).	18
5	Quantités (en tonnes) des Sparidae pêchés en Méditerranée et la mer Noire, en Atlantique Nord-Est et Central-Est entre 2000 et 2006 (Anonyme, 2008).	20
6	Evolution de la production (en tonnes) de <i>S. cantharus</i> en Méditerranée et Mer noire, en Atlantique Nord-Est et Central-Est (Anonyme, 2008).	21
7	Production aquacole annuelle des Sparidés en Méditerranée (mer Noire incluse), entre 2000 et 2006 (Anonyme, 2008).	22
8	Production aquacole en Algérie entre 1999 et 2004 (Source : office nationales des statistiques, 2005).	22
9	Morphologie de la colonne vertébrale et de l'arc branchial gauche de <i>S. cantharus</i> .	26
10	Différentes mesures prélevées sur <i>S. cantharus</i> .	27
11	Valeurs moyennes et écart-types des caractères numériques chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	33
12	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale (A), les femelles (B) et les mâles (C).	36
13	Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques les mâturs (D) et les immatures (E) (suite).	37
14	Similitude de la longueur des otolithes droit (OG) et gauche (OD) chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba (Lo : longueur de l'otolithe).	39
15	Otolithe <i>sagitta</i> droit de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	39
16	Droites de régression exprimant les relations entre la longueur totale du poisson (Lt) et les différentes caractéristiques métriques de l'otolithe droit de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	40

17	Droites de régression exprimant les relations biométriques entre le poids éviscéré (Pe) du poisson et le poids de l'otolithe droit de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba (suite).	40
18	Écailles de <i>S. cantharus</i> du Golfe d'Annaba. A : écaille sans cal granuleux; B. écaille régénérée; C: écaille avec les différentes mesures de l'AM (AM : accroissement marginal, R_1 , R_2 , R_3 : rayons du 1 ^{er} , 2 ^{ème} et 3 ^{ème} ligne d'arrêt de croissance, R_{te} : rayon de l'écaille).	60
19	Otolithe <i>sagitta</i> droite de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba. (A) : face interne de l'otolithe, (B) : différentes mesures de l'AM (AM : accroissement marginal, R_{to} : rayon de l'otolithe).	61
20	Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes de la population totale de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	63
21	Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de <i>S. cantharus</i> présentant 3 anneaux (AM3).	63
22	Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de <i>S. cantharus</i> présentant 4 anneaux (AM4).	64
23	Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de <i>S. cantharus</i> présentant 5 anneaux (AM5).	64
24	Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez la population totale de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	73
25	Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les femelles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	73
26	Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les mâles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	74
27	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez la population totale de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	75
28	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les femelles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	75
29	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les mâles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	76
30	Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les individus mûres de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	76
31	Expression mathématique de la relation taille-poids chez les immatures de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	77

32	Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez la population totale de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	78
33	Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les femelles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	79
34	Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les mâles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	79
35	Croissance linéaire théorique de <i>S. cantharus</i> dans quelques régions de la Méditerranée et de l'Atlantique.	83
36	Structure de la population de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba en fonction des saisons.	96
37	Evolution mensuelle de la structure de la population de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	97
38	Evolution des sexes en fonction de la taille de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	98
39	Répartition mensuelle des différents stades de maturation des gonades (stade II, III et IV de l'échelle de Buxton, 1990) chez les femelles (A) et les mâles (B) de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	99
40	Photo montrant des ovaires murs de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba (stade III).	100
41	Evolution mensuelle du RGS chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	101
42	Comparaison statistique du RGS entre les deux sexes.	101
43	Comparaison statistique de poids des gonades entre les deux sexes.	102
44	Evolution mensuelle du RHS chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	103
45	Comparaison statistique du RHS entre les deux sexes.	104
46	Comparaison statistique pondérale des foies entre les deux sexes.	104
47	Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez la population totale et les individus immatures de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	105
48	Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez les sexes séparés de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	106
49	Photos montrant des femelles mûres avec des gonades occupant presque la totalité de la cavité abdominale (stade III).	107
50	Taille à la première maturité sexuelle de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	107

51	Variation mensuelle du coefficient de condition (K) chez la population totale (A), les femelles et les mâles (B) de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	109
52	Variation mensuelle du coefficient de condition (K) chez les mûres et les immatures de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	110
53	Variations du coefficient de condition (K) (A : population totale et les femelles ; B : les mâles) en fonction des classes de tailles chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	110
54	Distribution des tailles ovocytaires chez huit femelles de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	112
55	Photo montrant des ovocytes murs (stade III) de <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	113
56	Relations entre la fécondité absolue (Fa), la longueur totale (Lt), le poids total (Pt), le poids somatique (Ps) et le poids des gonades (Pg) chez <i>S. cantharus</i> du golfe d'Annaba.	115

Remerciements

Mes remerciements

S'adressent en premier lieu à « ? »,
Sans son aide ce travail n'aurait jamais abouti.

Mes remerciements s'adressent en premier lieu
à Monsieur le Professeur M. Kichem Kara (Directeur du
Laboratoire Bioressources Marines) qui m'a fait l'honneur
de présider ce jury. Je le remercie aussi pour son aide précieuse,
ses orientations et ses remarques pertinentes.

Je remercie tout particulièrement mon directeur de mémoire, Monsieur
Fariid Derbal (Maître de Conférences, Laboratoire Bioressources
Marines), pour sa rigueur scientifique, ses encouragements continus, ses
conseils et surtout son soutien moral jusqu'au dernier instant.

Je suis également très honorée par la présence dans le jury de Madame
Lamyia Chaoui (Maître de Conférences, Laboratoire Bioressources
Marines) et aussi Brahim Draredja (Maître de Conférences,
Laboratoire Bioressources Marines), Je l'es remercie d'avoir accepté de
juger ce travail.

Un grand merci pour tous mes enseignants du Département
des Sciences de la Mer.

Je tiens à exprimer mes remerciements à toutes les personnes
qui ont apporté une contribution
aussi modeste soit-elle.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes précieux et chers parents qui m'ont
guidé tout le long de ma vie,

leur bonne éducation, leurs précieux conseils,

leurs encouragements continus pendant toutes ces années,

leur soutien sont irremplaçables.

Mes sœurs : Ghania, Samra, Ahlame, Affafe, Warda,
Khadidja et Mannare.

Mon frère Mohamed amine.

À toute ma famille et à toutes les personnes qui prend le nom
Bouhamou.

À mes amies : Sabrin et Sarah.

Naima

Table des matières

RÉSUMÉS.....	01
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	05
CHAPÎTRE I : GÉNÉRALITÉS.....	11
1. Présentation de l'espèce.....	13
1.1. Systématique.....	13
1.2. Synonymes taxonomiques et appellations vernaculaires.....	13
1.3. Eléments de diagnose.....	14
1.3.1. Caractères de la famille des Sparidae.....	14
1.3.2. Caractères de l'espèce <i>SpondylIOSoma cantharus</i>	15
1.4. Distribution géographique.....	17
1.5. Eléments d'éco-biologie.....	18
1.6. Exploitation.....	19
1.6.1. Pêche.....	19
1.6.2. Aquaculture.....	21
CHAPÎTRE II : BIOMÉTRIE.....	23
1. INTRODUCTION.....	25
2. MATERIEL ET METHODES.....	25
2.1. Morphométrie.....	25
2.1.1. Morphologie externe.....	25
2.1.1.1. Caractères numériques (méristiques).....	26
2.1.1.2. Caractères métriques.....	26
2.1.1.3. Analyse statistique.....	28
2.1.1.4. Dimorphisme sexuel.....	29
2.1.2. Otolithométrie.....	30
2.1.2.1. Localisation des otolithes.....	30
2.1.2.2. Extraction et conservation.....	31
2.1.2.3. Analyse statistique.....	31
3. RÉSULTATS.....	32
3.1. Les caractères numériques.....	32
3.2. Les caractères métriques.....	34
3.3. Dimorphisme sexuel.....	38
3.4. Otolithométrie.....	38
4. DISCUSSION.....	41
4.1. Morphométrie.....	41
4.2. Dimorphisme sexuel.....	46
4.3. Otolithométrie.....	46

5. CONCLUSION.....	47
	49
CHAPÎTRE III : ÂGE ET CROISSANCE.....	
1. INTRODUCTION.....	51
2. MATERIEL ET METHODES.....	52
2.1. Etude de l'âge.....	52
2.1.1. Prélèvement, stockage et examens des écailles et des otolithes.....	52
2.1.1.1. Les écailles.....	52
2.1.1.2. Les otolithes.....	52
2.1.2. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaille ou de l'otolithe.....	54
2.1.3. Dépôt des anneaux et croissance marginale.....	55
2.1.4. Détermination de l'âge par la méthode rétrocalcul.....	56
2.2. Modélisation de la croissance.....	57
2.2.1. Croissance linéaire absolue.....	57
2.2.2. Croissance relative ou relation taille-poids.....	57
2.2.3. Croissance pondérale absolue.....	59
3. RESULTATS.....	59
3.1. Âge.....	59
3.1.1. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance.....	62
3.1.2. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaille ou de l'otolithe.....	64
3.1.3. Calcul des tailles moyennes aux différents âges (rétrocalcul).....	65
3.2. Croissance.....	72
3.2.1. Croissance linéaire absolue.....	72
3.2.2. Croissance relative.....	74
2.3. Croissance pondérale absolue.....	77
4. DISCUSSION.....	80
5. CONCLUSION.....	85
CHAPÎTRE IV : REPRODUCTION.....	87
1. INTRODUCTION.....	89
2. MATERIEL ET METHODES.....	89
2.1. Sex-ratio.....	89
2.2. Examen macroscopique des gonades.....	90
2.3. Rapport gonado-somatique.....	91
2.4. Rapport hépato-somatique.....	91
2.5. Adiposité.....	91
2.6. Taille à la première maturité sexuelle.....	92
2.7. Coefficient de condition où l'indice pondéral.....	92
2.8. Analyse statistique.....	93
2.9. Fécondité.....	93
3. RESULTATS.....	95
3.1. Sex-ratio.....	95
3.2. Evolution des sexes en fonction de la taille.....	97
3.3. Stades de maturation.....	98

3.4. Rapport gonado-somatique.....	100
3.5. Rapport hépato-somatique.....	102
2.6. Adiposité.....	105
3.7. Taille à la première maturité sexuelle.....	106
3.8. Coefficient de condition ou indice pondéral.....	107
3.9. Fécondité.....	111
4. DISCUSSION.....	115
5. CONCLUSION.....	121
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	123
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	127
ANNEXES.....	145

RÉSUMÉS

ملخص

عنوان: بيولوجيا *Spondyliosoma cantharus* (Téléostéen, Sparidae) في خليج عنابة (شرق، الجزائر).

مؤلف: نعيمة بوغمو.

عام: 2009-2008.

هذا البحث مخصص لدراسة بيولوجيا صنف من أصناف عائلة Sparidae ذا أهمية في التربية المائية و هو *Spondyliosoma cantharus* في خليج عنابة. هذا العمل يدخل في مشروع البحث لمخبر بيولوجيا الموارد البحرية لمعرفة ديناميكا و بيولوجيا Sparidae في مدينة عنابة الساحلية، خصوصا تلك التي لها أهمية اقتصادية. لقد امتدت هذه الدراسة عاما كاملا تطرقنا فيه إلى عدة نواحي لها أهمية أساسية عند تربية الأسماك في البحر منها: تمييز هذه الفصيلة الموجودة في خليج عنابة، دراسة العمر و النمو، الخصوبة و التكاثر.

هذا العمل ينقسم إلى عدة محاور مهمة، الأول منها يختص بدراسة المقاييس العددية و المترية و otolithes. في الجزء الثاني درسنا عمر و نمو السمكة باستعمال طريقتين مباشرتين هما: scalimétrie و otolithométrie. أما المحور الثالث فيدرس بيولوجيا التكاثر حيث تطرقنا فيه إلى: نسبة الجنس، الطول عند أول بلوغ جنسي، فترة وضع البيض، الخصوبة و تطور البيوض.

في الجزء الأول، الدراسة المرفولوجيا لـ *S. cantharus* بينت أن المقاييس العددية قريبة أو تساوي تلك التي أجريت في العديد من مناطق العالم. من بين المقاييس المترية المدروسة %53,33 تنمو بطريقة سريعة إما مع الطول الكلي للجسم أو طول الرأس، %33,33 من هذه المقاييس تنمو ببطء مع نفس الأطوال السابقة و %13,33 منها تنمو بطريقة متجانسة. Otolithes تنمو بطريقة بطيئة مع نمو جسم السمكة.

لقد تمت دراسة العمر و النمو على 501 عينة يتراوح طولها ما بين 13,4 و 40 سم و وزنها ما بين 32 و 1005 غ. العمر درس بطريقة مباشرة على الحراشف (scalimétrie) و otolithes sagittas (otolithométrie). أثبت التتابع الزمني لزيادة الهامشية تمايز حلقة نمو واحدة في السنة. عيرنا عن النمو الخطي و الوزني بالنموذج الرياضي لـ Von Bertalanffy حيث يصف النمو بطريقة جيدة. يتميز الوزن لهذه السمكة في خليج عنابة بنمو سريع مع طول الجسم. ذكر هذه السمكة ينمو بطريقة أسرع من الأنثى، هذه الحالة قليلة الوجود عند أسماك téléostéens. هذه النتيجة تبينها معالم النموذج الرياضي لـ Von Bertalanffy.

Spondyliosoma cantharus تضع بيوضها مرة واحدة في السنة، ما بين فيفري و ماي عندما يصبح طول الأنثى 19,3 سم (2 سنة)، و الذكر 21,3 سم (3 سنة). هذه السمكة خنثى تكون أنثى ثم تتحول إلى ذكر عندما يصبح طولها 24,3 سم (3 سنة). تتصف هذه الفصيلة من السمك ضمن التي تخزن مدخراتها الدهنية في الكبد، حيث يتم استخدامها خلال مرحلة التكاثر.

إن تتبع تطور البيوض لهذه السمكة أثبت وجود فصل واحد لوضع البيض في العام. معدل قطر هذه البيوض هو: $625,82 \pm 3,35 \mu\text{m}$. أما معدل الخصوبة المطلقة لهذه السمكة فهو: 133693 ± 30898 بيضة. أما خصوبتها في 1 غ هي: $478,28 \pm 59,92$ بيضة/غ.

الكلمات الدالة: *Spondyliosoma cantharus*, Sparidae، مرفولوجيا، العمر و النمو، التكاثر، خليج عنابة، الجزائر، البحر الأبيض المتوسط.

SUMMARY

Title: A contribution to the biology of *Spondyliosoma cantharus* (Teleostei, Sparidae) from the gulf of Annaba (East, Algeria).

Author: Naïma BOUGHAMOU

Year: 2008-2009.

This study is a contribution to the biology of coastal Sparidae of aquaculture interest, the black sea bream *Spondyliosoma cantharus* (L., 1758) of the gulf of Annaba. It is inserted as part of a research plan initiated by the laboratory bioressources marines and aims at a better knowledge of coastal biology and dynamics of Sparidae of the Annaba area, in particular those of economic interest. It was carried out on an annual cycle, where various aspects of fundamental interest for marine pisciculture, were approached, such as the characterization of the population of the gulf of Annaba, its age and its growth, its reproduction and its fecundity.

The work presented here comprises three essential parts. The first part treats the biometrics of the numerical and metric characters and the biometric relations to the otolithes. In the second part, we studied the age and the growth by using two direct methods, the scale measurement and the otolithometry. The third part treats the biology of the reproduction during an annual cycle. Various aspects were approached at this species: sex-ratio, size at maturity, spawning season, fecundity and dynamics of the oocytes.

In the first part, we studied various descriptors of the biology of this species. The morphological analysis of the *S. cantharus* indicates that the numerical values obtained are close or equal to those reported by the literature. Among the measured metric characters 53.33% present a growth which is faster than the overall length or the cephalic length of the fish, 33.33% of the measured characters showed a growth slower than the overall length or the cephalic length of the fish and only 13,33% of the measured characters present a isometry of growth. The biometrics of the otolithes revealed that the growth of the otolithes is slow compared to the body growth of the fish.

The age and the growth were carried out on a sample of 501 specimens measuring between 13,4 and 40 cm for an individual weight ranging between 32 and 1005 g. The age was calculated directly by the reading of the scales (scale measurement) and the otolithes sagittas (otolithometric method). The growth of black sea bream *S. cantharus* is marked by the deposit of only one snap ring of growth per annum. The size of fish at the various ages is determined by otolithometry and the rétrocalcul for an age limit 7 years. The linear and ponderal growth is expressed mathematically by using the usual method of Von Bertalanffy. The relative growth is majorante at *S. cantharus* from the gulf of Annaba. The male black sea bream present a growth faster than that of the females, which is rare in teleostei fish. The parameters of the ideal model of Von Bertalanffy, given at the separated sexes, confirm this result.

Spondyliosoma cantharus reproduces only once in the year, between February and May starting from an overall length of 19.3 cm for the females (2 years), and of 21.3 cm (3 years) for the males. The reproductive strategy of this species is characterised by protogynic hermaphroditism, with a sexual reversal which occurs in an approximate size of 24.3 cm. The hepato-somatic index, the adiposity and the plumpness show variations related to the reproductive cycle and differences between the masts and the immature ones, in particular after the acquisition of their first sexual maturity. The black sea bream is a thin fish which primarily stores and mobilizes its energy reserves on the level of the liver. The dynamic of the oocytes shows that there is the single laying during year. The average diameter of the oocytes is of $625.82 \pm 3.35 \mu\text{m}$. The mean absolute fecundity is estimated at 133693 ± 30898 eggs. The mean relative fecundity is of $478.28 \pm 59,92$ eggs/g.

Key words: *Spondyliosoma cantharus*, Sparidae, morphology, age and growth, reproduction, gulf of Annaba, Algeria, Mediterranean Sea.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En Algérie, la pêche s'étend sur un linéaire côtier de plus de 1200 km. Elle s'apparente plus à un mode artisanal et côtier où les petits pélagiques représentent environ 80% des débarquements totaux, alors que les pêches démersales ne représentent qu'environ 20%. Toutefois, l'intérêt de ces dernières zones réside dans leur importante richesse spécifique comparée à celle des petits pélagiques.

Dans ces zones démersales vivent la majorité des poissons de la famille des Sparidae qui comprend environ 29 genres et 100 espèces, dont 24 espèces (10 genres) sont décrites en Atlantique du nord-est et sur l'ensemble du bassin de la Méditerranée (Bauchot et Hureau, 1986).

Sur les côtes de l'Est de l'Algérie, cette famille, représentée par 10 genres (*Oblada*, *Diplodus*, *Sparus*, *Pagellus*, *Dentex*, *Sarpa*, *Boops*, *Pagrus*, *Lythognathus* et *SpondylIOSoma*) et 20 espèces (Djabali *et al.*, 1993 ; Derbal et Kara, 2001 ; Derbal, 2007), habitent des biotopes variés du plateau et du talus continentaux (Derbal et Kara, 2001).

D'ailleurs, ce groupe de poissons, qui inclue une variété d'espèces d'intérêt halieutique (Erzini *et al.*, 1998 ; Cabrale *et al.*, 2003) et aquacole (Jadot *et al.*, 2002 ; Pavlidis *et al.*, 2006 ; Cardona *et al.*, 2007 ; Valle *et al.*, 2007), a fait l'objet de nombreux travaux sur divers aspects de la biologie (Livadas, 1988 ; Gordoia et Moli, 1997 ; Santos *et al.*, 2002 ; Pajuelo et Lorenzo, 2002 ; Gonçalves *et al.*, 2003 ; Chaoui *et al.*, 2006 ; Abecasis *et al.*, 2008), de l'écologie (Guidetti, 2000 ; Mariani, 2006 ; Valle *et al.*, 2007 ; Deudero *et al.*, 2008), de la physiologie (Jadot *et al.*, 2000 ; Rodriguez *et al.*, 2004 ; Benedito-Palos *et al.*, 2007), de la pathologie (Paperna, 1997 ; Desdevises *et al.*, 2000 ; Osset *et al.*, 2005 ; Pérez-del Olmo *et al.*, 2007 ; Alvarez-Pellitero *et al.*, 2008 ; Holzer *et al.*, 2008) et de la génétique (José *et al.*, 1999 ; Alarcon et Alvarez, 1999 ; De La Herran, 2001 ; Arculeo *et al.*, 2003 ; Lenfant, 2003 ; Perez-Ruzafa *et al.*, 2006 ; Ponce *et al.*, 2008).

Le genre *Diplodus* qui montre un degré élevé de polymorphisme dans les différentes régions où il a été signalé comptent pas moins de 7 sous-espèces (De La Paz, 1975 ; Bauchot et Hureau, 1986 ; Abou-Sedoo *et al.*, 1990). En Méditerranée (y compris la mer Noire), Quignard et Tomasini (2000), mentionnent l'existence de 5 espèces assez communes (*D. annularis*, *D. sargus*, *D. cervinus cervinus*, *D. puntazzo*, *D. vulgaris*) qui ne partagent pas toujours les mêmes biotopes (Sala et Ballesteros, 1997). Les sars *Diplodus* restent toutefois les mieux étudiés comparés aux autres groupes de Sparidae. En effet, la littérature fait

mention de nombreux travaux traitant des aspects divers : la morphologie (De La Paz, 1975 ; Bianchi, 1984 ; Palma et Andrade, 2002), le recrutement (Garcia-Rubies et Macpherson, 1995 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 1995), la croissance (Gordoa et Moli 1997 ; Morato *et al.*, 2001 ; Pajuelo et Lorenzo, 2001 ; Abecasis *et al.*, 2008), la biologie et la physiologie de la reproduction (Micale *et al.*, 1987 ; Lahnsteiner, 2003 ; Perez *et al.*, 2007), le régime alimentaire et les interactions entre proies-prédateurs (Rosecchi, 1985; Sala et Ballesteros, 1997 ; Figueiredo *et al.*, 2005 ; Guidetti et Dulcic, 2007), la neurophysiologie (Ferrandino et Grimaldi, 2008), l'élevage (Kentouri, 1981 ; Divanach *et al.*, 1982 ; Saavedra *et al.*, 2006 ; Carvalho *et al.*, 2006) ainsi que la structure démographique et génétique des populations (Lenfant *et al.*, 2002 ; Lenfant, 2003 ; Perez-Ruzafa *et al.*, 2006).

Les Sparidae, dont la classification phylogénétique constitue toujours un sujet de controverses (De La Herran, 2001), comptent des genres représentés par une seule espèce en Méditerranée, comme c'est le cas de l'oblade *Oblada melanura*, de la saupe *Sarpa salpa*, du bogue *Boops boops*, de la dorade *Sparus aurata* et du griset *Spondyliosoma cantharus*. Cette dernière espèce, à la dentition incisiforme (Tortonèse, 1975), est assez commune sur les côtes méditerranéennes et atlantiques (Bauchot et Hureau, 1990). Malgré son intérêt halieutique (Pajuelo et Lorenzo, 1998 ; Erzini *et al.*, 1998, 2003) et aquacole (Alarcon et Alvarez, 1999 ; Rodriguez *et al.*, 2004), le griset reste un poisson peu connue comparée aux sars *Diplodus*. Les aspects de biologie les mieux connus chez *S. cantharus* sont l'âge et la croissance (Perodou et Nedelec, 1980, 1982; Mennes, 1985 ; Dorel, 1986 ; Balgueras, 1993 ; Miranda, 1996 ; Dulcic et Kraljevic, 1996 ; Erzini *et al.*, 1996, 1998, 2003 ; José *et al.*, 1999 ; Gonçalves, 2000 ; Bradai *et al.*, 2001 ; Santos *et al.*, 2002 ; Abecasis *et al.*, 2008), le régime alimentaire (Gonçalves et Erzini, 1998 ; Dulcic *et al.*, 2006) et la reproduction (Perodou et Nedelec, 1980 ; Soletchnik, 1983 ; Quéro, 1984 ; Bauchot et Hureau, 1986 ; Riedl, 1986 ; Fischer *et al.*, 1993 ; Balguerias *et al.*, 1993 ; Pajuelo et Lorenzo, 1999 ; Gonçalves et Erzini, 2000) et son élevage (Alarcon et Alvarez, 1999 ; Rodriguez *et al.*, 2004).

La présence de *S. cantharus* le long des côtes algériennes est signalée par de nombreux auteurs (Dieuzeide *et al.*, 1955 ; Djabali *et al.*, 1993 ; Derbal et Kara, 2001), mais les études sur sa biologie et sa dynamique sont, à notre connaissance, absentes malgré sa haute valeur organoleptique et marchande (300 à 450 DA/kg). Seuls Derbal *et al.*, (2006) se sont intéressés à la composition et aux variations de son régime alimentaire dans le golfe d'Annaba.

L'absence d'informations précises sur *S. cantharus* sur les côtes algériennes est une raison qui a motivé cette étude qui apporte des données nouvelles sur la biologie et la dynamique de *S. cantharus* sur le littoral Est de l'Algérie. Ce travail s'insère dans le cadre d'un projet de recherche initié par le laboratoire bioressources marines qui vise une meilleure connaissance de la biologie et de la dynamique des Sparidae côtiers de la région d'Annaba en particulier ceux d'intérêt économique. Du point de vue aquacole, les informations recueillies pourraient constituer une base des données intéressantes pour le développement de l'aquaculture à travers les programmes de diversification des Sparidae d'élevage (Darias *et al.*, 2006 ; Dores *et al.*, 2006).

Le tapuscrit est organisé en quatre chapitres. Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur l'écobiologie et l'intérêt économique (pêche et aquaculture) de *S. cantharus*. Dans le deuxième chapitre, nous avons caractérisé morphologiquement la population en accordant un intérêt particulier au dimorphisme sexuel. Dans le troisième chapitre, nous avons étudié l'âge et la croissance en utilisant deux méthodes directes, la scalimétrie et l'otolithométrie. Enfin, le dernier chapitre traite la biologie de la reproduction où divers aspects ont été abordés : la sex-ratio, la taille à la première maturité sexuelle, la période de ponte, la fécondité et la dynamique des ovocytes. 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 ichthyoplanctonologiques.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

CHAPÎTRE I : GÉNÉRALITÉS

1. Présentation de l'espèce

1.1. Systématique

La position taxonomique de *S. cantharus* est inspirée de celle de Bauchot et Hureau (1990).

Super-classe	: Osteichthyes
Classe	: Actinopterygii
Sous-classe	: Teleostei
Super-ordre	: Acanthopterygii
Ordre	: Perciformes
Famille	: Sparidae
Genre	: <i>SpondylIOSoma</i>
Espèce	: <i>cantharus</i> (Linnaeus, 1758).

* Origine du nom scientifique :

SpondylIOSoma : du grec [spondulos] = vertèbre et [soma] = corps. Corps avec des vertèbres.

cantharus : du grec [kantharos] = nom donné par Aristote à la brème de mer.

1.2. Synonymes taxonomiques et appellations vernaculaires

Selon la littérature relative à la taxonomie des Sparidae (Fischer *et al.*, 1987 ; Bauchot et Hureau, 1990 ; Quignard et Tomasini, 2000 ; [http:// www.fishbase.org/](http://www.fishbase.org/)), *S. cantharus* est connue aussi sous l'espèce suivante :

- *Sparus cantharus* (Linnaeus, 1758).
- *Cantharus cantharus* (Linnaeus, 1758).
- *Canthraus lineatus* (Montagu, 1818).
- *Sparus lineatus* (Montagu, 1818).
- *Cantharus vulgaris* (Valencienne, 1830).
- *Cantharus senegalensis* (Valencienne, 1830).
- *Cantharus griseus* (Cuvier et Valenciennes, 1830).

Dans de nombreuses régions du monde, *S. cantharus* prend différentes appellations vernaculaires. Nous citerons quelques appellations dans certains pays de la rive méditerranéenne :

- Libye : Tounète, tannut.
- Liban: Rayyis.
- France : Dorade grise, griset, canthare.
- Italie : Contara, cantareta, cantraeto, cantarion, cantaro, ociada, bastardo de sarago, scandri, zippula, tanuta.
- Espagne : Cantera, chopa, seabream noir.
- Maroc: Chopa.
- Algérie : Dorade grise (centre), Tanoute (est-algérien).

1.3. Eléments de diagnose

1.3.1. Caractères de la famille des Sparidae

Les Sparidae comptent 35 genres et 112 espèces dont 11 genres et 23 espèces en Méditerranée (Fig. 1). Ils se distinguent par un corps fusiforme ou ovale plus ou moins élevé et comprimé. La ligne latérale est complète et s'étend jusqu'à la nageoire caudale. La tête est souvent forte avec un opercule écailleux sans épines. Le museau et la région sous orbitaire sont dépourvus d'écailles. Les joues sont écailleuses et le pré-opercule avec ou sans écailles ou épines sur son bord postérieur. La bouche est petite en position horizontale ou inclinée et légèrement protractile. La mâchoire supérieure ne dépasse jamais le niveau du centre de l'œil. La dentition est bien développée (dents coniques ou caniniformes, dents aplaties ou incisiformes, dents en paves ou molariformes) et le plafond buccal (vomeres et palatins) est dépourvus de dents. La nageoire dorsale est unique et porte 11 à 15 épines, dont les deux premières sont petites, et 9 à 17 rayons mous, sans échancrures entre les parties épineuses et molles. La nageoire anale possède 3 épines et 7 à 16 rayons mous alors que les pectorales sont généralement longues et pointues. Les pelviennes sont insérées au dessous ou juste en arrière de la base des pectorales et comprennent une seule épine et 5 rayons mous. La caudale est plus ou moins fourchue. Les écailles recouvrant le corps sont généralement cycloïdes et parfois cténoïdes. La coloration du corps est très variable : rose, rouge, marron, gris plus ou moins foncé, avec des reflets argentés, des taches, des rayons ou des bandes transversales ou longitudinales sombres. En période de reproduction, des taches jaunes apparaissent

fréquemment sur la tête claire (Whitehead *et al.*, 1986; Fischer *et al.*, 1987 ; Bauchot et Hureau, 1990).

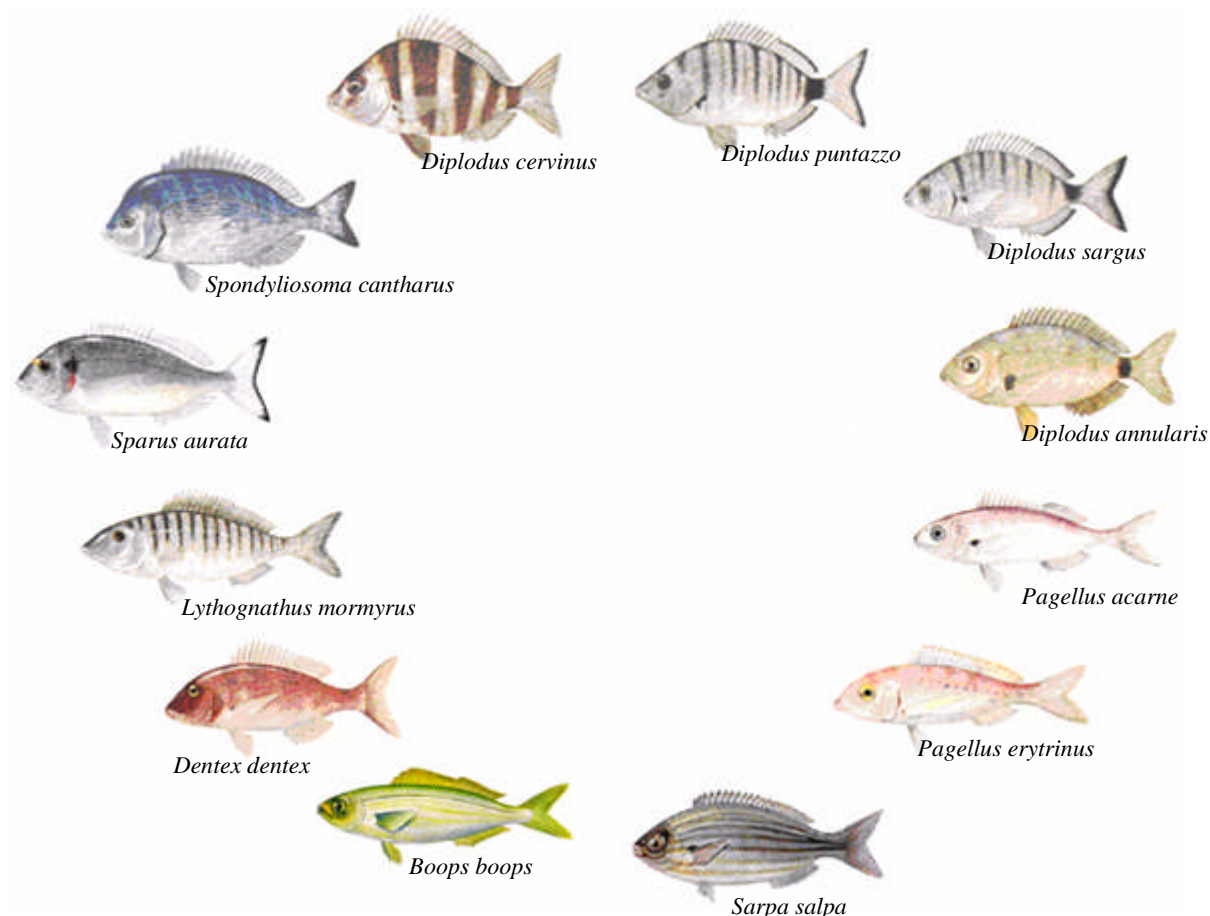


Figure 1. Principales espèces de Sparidae communs à la Méditerranée (site du devises.free-fr/Sparidae.ppt, 2006, modifié).

1.3.2. Caractères de l'espèce *Spondyliosoma cantharus*

La dorade grise ou " Tanoute " *S. cantharus* est un poisson osseux, au corps ovale, comprimé qui peut atteindre jusqu'à 60 cm de longueur et un poids de 2,5 kg (Fig. 2). Elle a une petite tête à profil dorsale déprimé au dessous des yeux. Sa bouche est inclinée et munie de 4 à 6 rangées de dents fines, pointues en cadre à chaque mâchoire, l'absence de forte canines ou molaires (Fig. 3). Elle a une seule nageoire dorsale avec 11 épines et 11 à 13 rayons mous. Sa nageoire anale est armée de 3 épines et 9 à 11 rayons mous. Les nageoires pectorales sont falciformes et atteignent le niveau de l'anus. Ses flancs sont argentés avec quelques bandes longitudinales brunâtres ou dorées plus ou moins sinueuses et souvent interrompues (disparition à la mort), dont le dos est d'un gris métallique. Le tanoute est de

couleur gris argenté à reflets bleuâtres, verdâtre ou rosâtre (blanchâtre chez les femelles mûres), chez les mâles, une bosse se développe sur la nuque, et le corps se couvre de lignes bleutées. Sa tête est plus foncée, surtout entre les yeux, les nageoires impaires sont plus sombres que le corps. La fourche caudale est généralement bordée de noir avec parfois 5 ou 6 bandes transversales grises surtout chez les jeunes individus. Chez les femelles, les lignes longitudinales sont jaunâtres. Les mâles ont une coloration plus sombre. En période de reproduction, ils présentent une livrée différente pour les populations de l'Atlantique et pour celles de la Méditerranée. En Atlantique, les mâles sont très foncés, avec une ou plusieurs barres blanches verticales sur les flancs. En Méditerranée, ils sont bleutés, avec de fines lignes longitudinales bleues et quelques larges bandes verticales foncées partant de la nageoire dorsale et s'estompant en descendant vers le ventre. On observe également une zone sombre derrière l'œil alors que les joues restent claires. Durant la nuit, le corps de la dorade grise se couvre de 5 bandes verticales sombres très larges (Fischer *et al.*, 1987 ; <http://www.fishbase.org>).



Figure 2. Photo montrant des adultes de *S. cantharus* dans son milieu naturel (Site Fishbase, 2008).

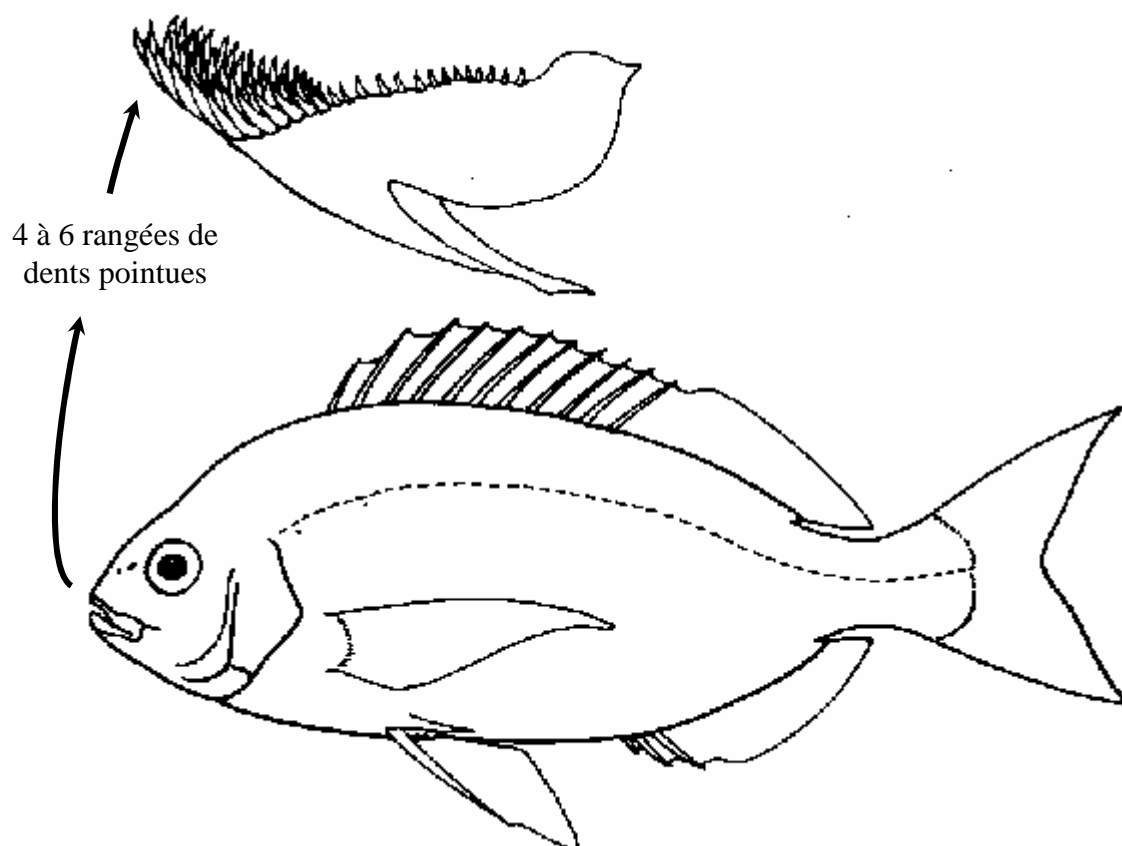


Figure 3. Dentition de *S. cantharus* (Site Fishbase, 2008).

1.4. Distribution géographique

Spondyliosoma cantharus est rencontré en océan Atlantique oriental, de la Scandinavie à la Namibie nordique. Il pénètre en Méditerranée par le détroit du Gibraltar et très exceptionnellement dans le Golfe du lion. Sa présence est signalée aussi en Mer Noire, autour des îles Madères et Canaries et au cap Vert (Fischer *et al.*, 1987 ; Bauchot et Hureau, 1990) (Fig. 4).

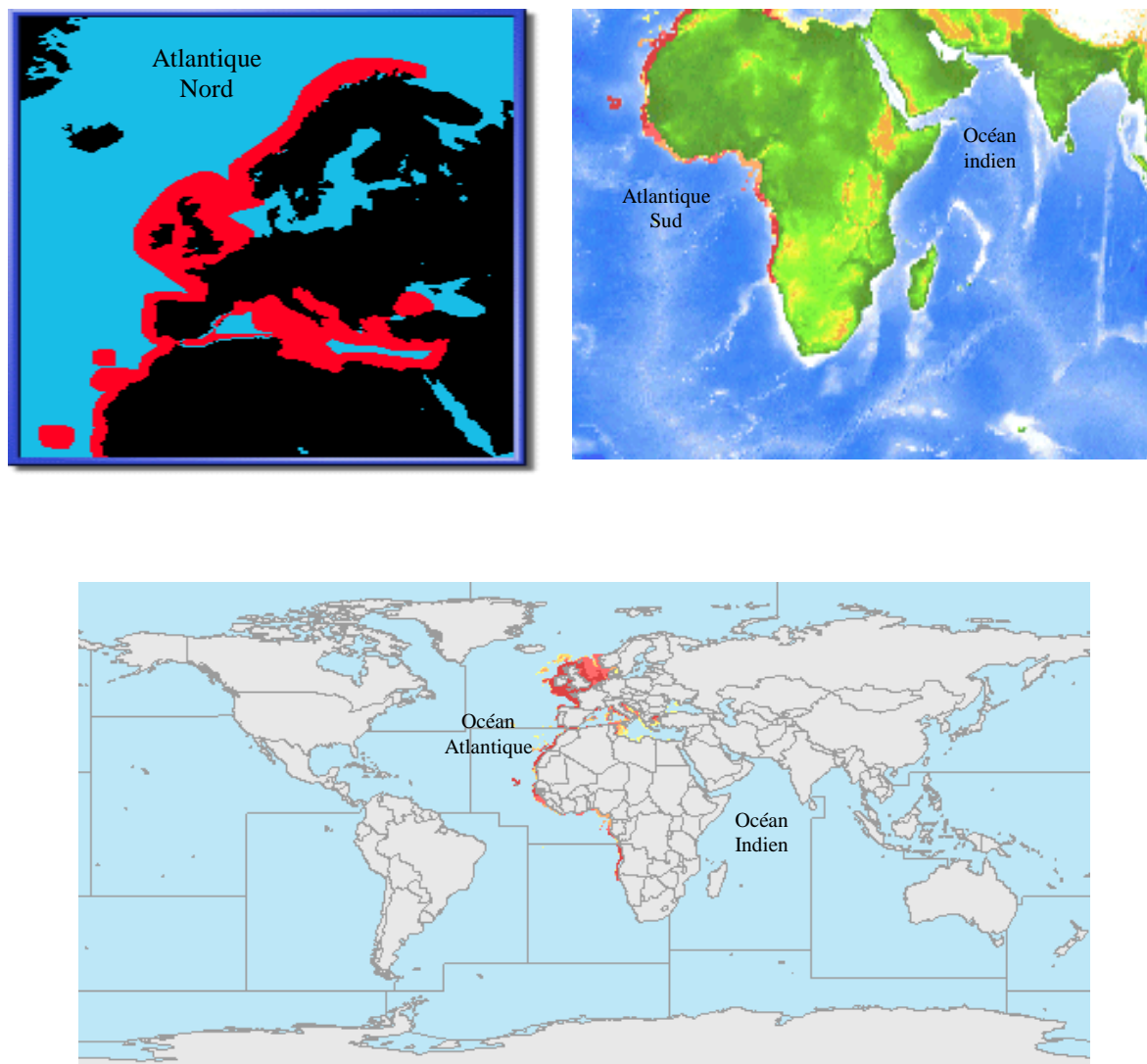


Figure 4. Répartition mondiale de *S. cantharus* (site fishbase, 2008).

1.5. Eléments d'éco-biologie

Spondyliosoma cantharus est un poisson benthopélagique, océanodrome marin qui vit entre 5 et 300 m de profondeur, dans un climat subtropical de 63°N- 20°S, et 26° W-36°E (Bauchot et Hureau, 1990). Selon ces auteurs, il fréquente essentiellement les fonds accidentés et rarement les fonds meubles. C'est une espèce grégaire où les mâles sont souvent solitaires et plus profonds. Les grisetts forment des bancs qui se trouvent près du fond en pleine eau dans les zones littorale en été. En hiver, les bancs sont sur les plateaux rocheux du large. Les juvéniles de *S. cantharus* sont plutôt côtiers où ils passent leurs 3 premières années sur les nourriceries de la bande côtière (50 m environ) (Quéro, 1984).

La dorade grise est un consommateur macrophage omnivore dont la petite bouche est armée d'une denture comprenant des incisives coniques disposées sur plusieurs rangées. Cette espèce est opportuniste et se nourrit essentiellement de proies invertébrées (petits crustacés, zooplancton, gastéropodes, polychètes) (Bell et Harmelin-Vivien, 1983 ; Quéro, 1984 ; Goncalves et Erzini, 1998 ; Pita *et al.*, 2002) et accessoirement d'algues (Monteiro et Marques, 1998).

C'est un poisson hermaphrodite généralement protogyne (Bauchot et Hureau, 1986 ; Goncalves et Erzini, 1998). Sa première maturité sexuelle est acquise au cours de sa deuxième et quatrième année (20 cm) où elle femelle, puis devient mâle à sa septième jusqu'à la huitième année (35 cm). Sa longévité est de 20 ans (50 cm). La période de reproduction est située entre février et mai. La ponte a lieu au printemps. C'est aussi le moment où le mâle creuse une large cavité dans le sable où la femelle dépose entre 10000 à 100000 œufs (Quéro, 1984) sur une ou deux couches dans cette cavité qui sont immédiatement fécondés par le mâle qui assure une circulation de l'eau par sa queue et ses nageoires. L'incubation dure de 9 à 10 jours à une température de 13 °C. La larve est pélagique pendant deux mois environ. Les nourriceries sont côtières et les juvéniles de griset séjournent en zone côtière pendant au moins les deux ou trois premières années de leur vie (Quéro, 1984).

1.6. Exploitation

1.6.1. Pêche

La dorade grise *S. cantharus* présente un intérêt halieutique aussi bien en Méditerranée qu'en Atlantique (Perodou et Nédélec, 1980 ; Carrillo *et al.*, 1986 ; Balguerias, 1986 ; Bauchot et Hureau, 1986 ; Whitehead *et al.*, 1986 ; Fischer *et al.*, 1987 ; Balguerias *et al.*, 1993 ; Canario *et al.*, 1994 ; Erzini *et al.*, 1995 ; Erzini *et al.*, 1996 ; Erzini *et al.*, 1997 ; Pajuelo et Lorenzo, 1999 ; Gonçalves, 2000).

Spondyliosoma cantharus est un poisson qui fait l'objet de pêches semi-industrielles (Sicile, Adriatique et Chypre), artisanales et sportives. Elle est capturée avec la senne de plage, le chalut, le filet maillant, la palangre de fond, la nasse et à la ligne (Whitehead *et al.*, 1986 ; Fischer *et al.*, 1987).

Les statistiques de production de la FAO concernant les Sparidae sont représentées par la figure 5 et le tableau I de l'annexe. Les Sparidae sont les mieux représentés en Méditerranée et en mer Noire (tonnage moyen = 54775 t) qu'en Atlantique central-Est (tonnage moyen = 28275 t) et Atlantique Nord-Est (tonnage moyen = 10834 t) (Anonyme,

2008). Les prises de *S. cantharus* sont nettement plus importantes en Atlantique Nord-Est qu'en Atlantique Centrale-Est et Méditerranée (inclus mer Noire). Sa production moyenne s'élève environ entre 3700 tonnes en Atlantique Nord-Est à 1727 tonnes en Atlantique Centrale-Est contre 451 tonnes en Méditerranée et mer Noire (Fig.6 ; Tab. II, annexe).

La pêche des Sparidae dans le bassin méditerranéen et la mer Noire cible au moins 13 espèces qui sont : *P. bogaraveo*, *P. erythrinus*, *P. acarne*, *Dentex macrophthalmus*, *D. dentex*, *Spondyliosoma cantharus*, *Oblada melanura*, *Pagrus pagrus*, *Sparus aurata*, *Lithgnathus mormyrus*, *Sarpa salpa*, *Diplodus sargus* et *Boops boops*) (Tab. III, annexe). Dans l'Atlantique Nord-Est, les prises des sparidés sont limitées à 12 espèces avec 34,15 % de *S. cantharus* et 15,02 % de *Pagellus bogaraveo* (Tab. IV, annexe). Tandis qu'en Atlantique Central-Est, les captures concernent principalement 13 espèces dont *Pagellus bellotti* qui est la mieux représentée avec une production estimée à 29,80 % de la production totale suivie par *Boops boops* (6,86 %) et *Spondyliosoma cantharus* (6,10 %) (Tab. V, annexe) (Anonyme, 2008).

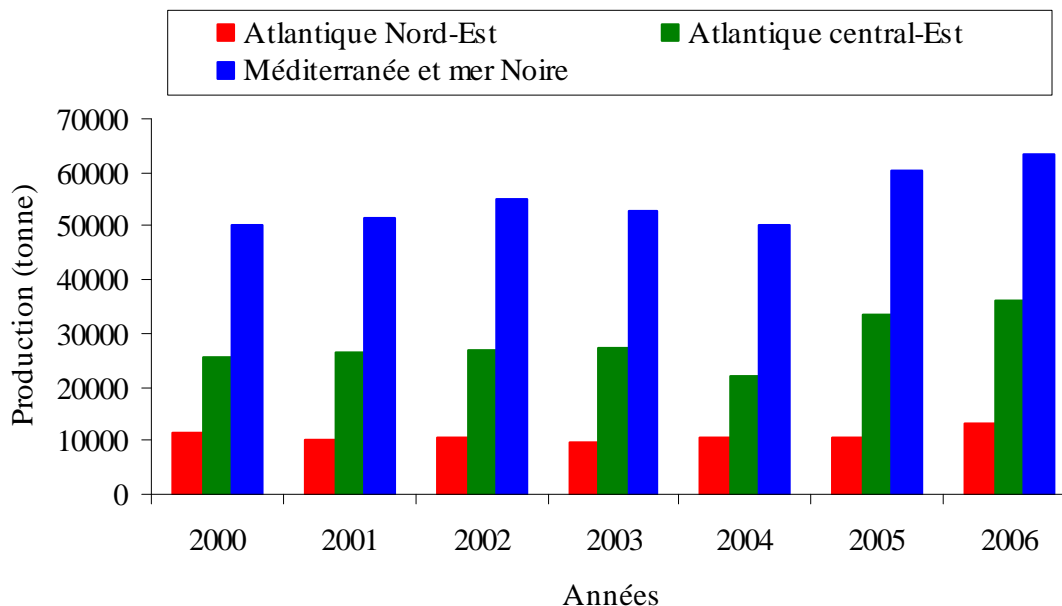


Figure 5. Quantités (en tonnes) des Sparidae pêchés en Méditerranée et la mer Noire, en Atlantique Nord-Est et Central-Est entre 2000 et 2006 (Anonyme, 2008).

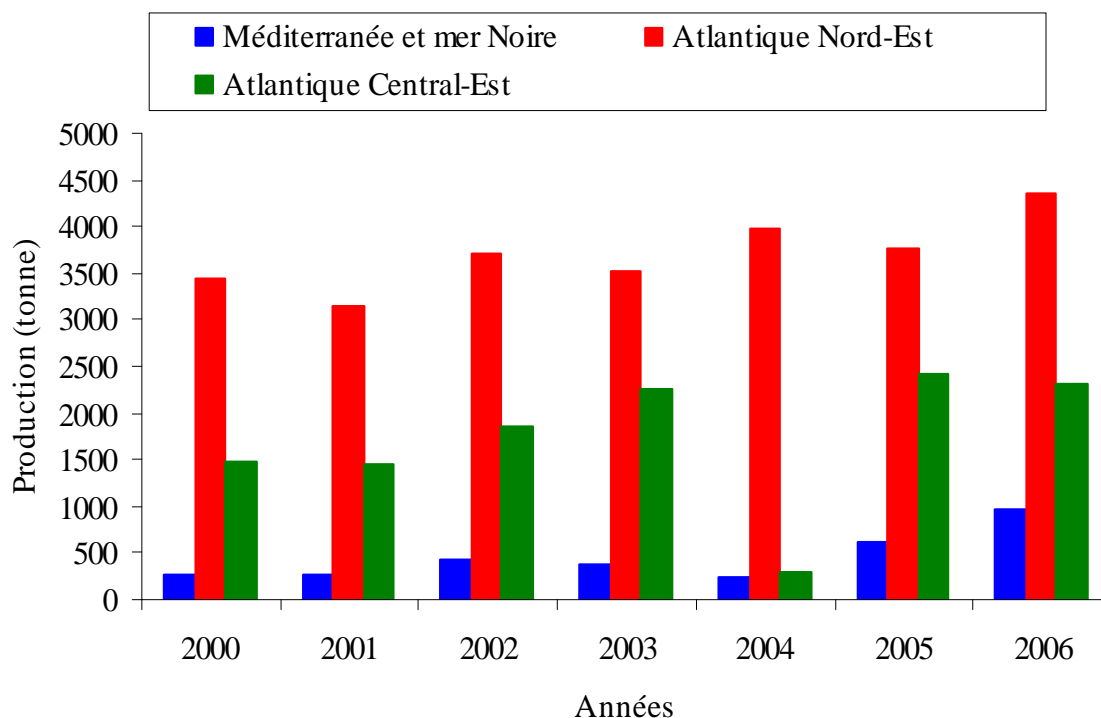


Figure 6. Evolution de la production (en tonnes) de *S. cantharus* en Méditerranée et Mer noire, en Atlantique Nord-Est et Central-Est (Anonyme, 2008).

1.6.2. Aquaculture

En Méditerranée, l'élevage des Sparidae cible de nombreuses espèces: *Dentex dentex*, *D. sargus*, *D. puntazzo*, *P. erythrinus*, *P. bogaraveo*, *P. pagrus* et surtout *S. aurata* qui est la mieux représentée avec une production globale estimée à 99,49 % des Sparidae (Fig. 7 ; Tab. VI, annexe) (Anonyme, 2008).

En Algérie, la situation est différente puisque la pisciculture marine est une activité très récente. Toutefois, la production aquacole a connu une nette amélioration après l'application du Plan National de Développement de l'Aquaculture (PNDA). Selon les données statistiques de la FAO, la production aquacole annuelle en Algérie a augmenté sensiblement entre 2000 (351 tonnes) et 2004 (586 tonnes), avec une chute en 2003 (417 tonnes), suite à la sécheresse et l'assèchement de certains plans d'eaux (Fig. 8 ; Tab. VII, annexe) (Anonyme, 2008). Toutefois, cette production concerne particulièrement la cypriniculture en retenues (90 %). D'autre part, en vue de développer l'aquaculture intégrée à l'agriculture dans les zones sahariennes, l'administration a introduit dans certaines exploitations agricoles, à titre expérimental, des géniteurs et des alevins de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) qui ont donné des résultats prometteurs.

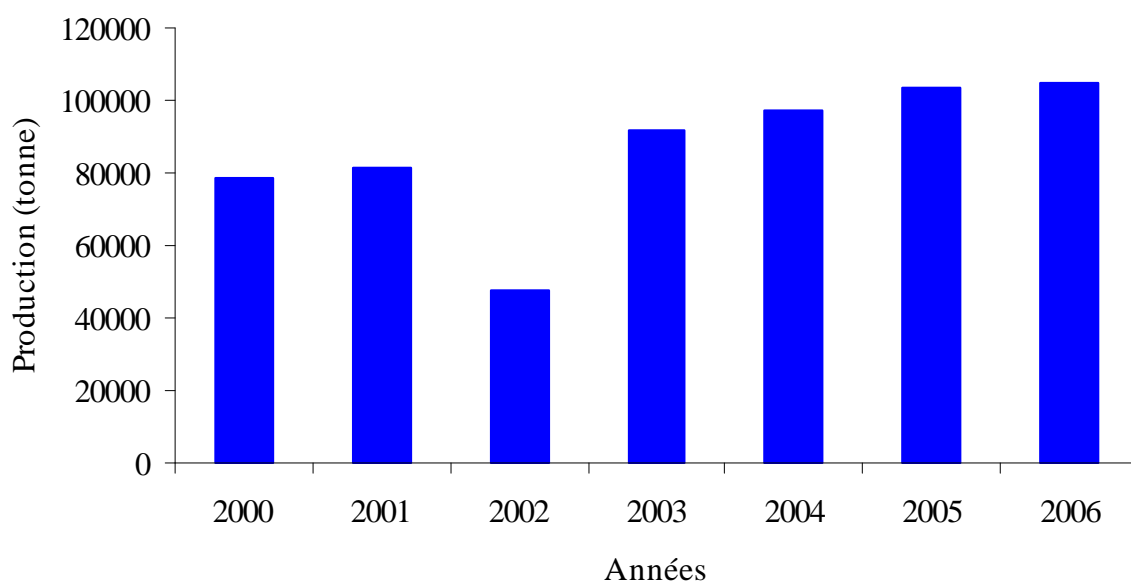


Figure 7. Production aquacole annuelle des Sparidés en Méditerranée (mer Noire incluse), entre 2000 et 2006 (Anonyme, 2008).

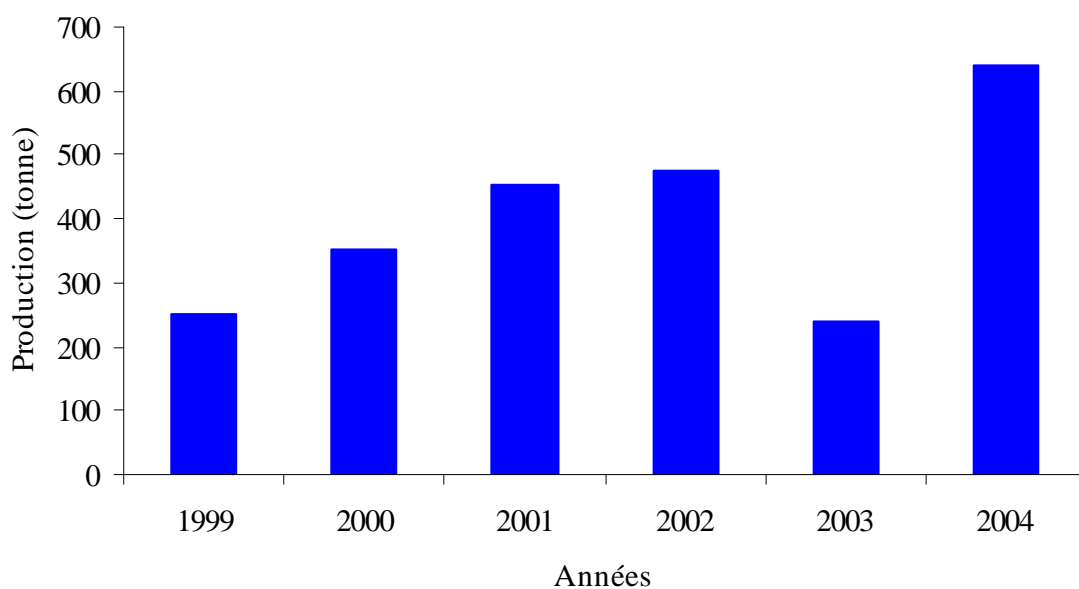


Figure 8. Production aquacole en Algérie entre 1999 et 2004 (Source : office nationales des statistiques, 2005).

CHAPITRE II : BIOMÉTRIE

CHAPÎTRE II : BIOMÉTRIE

1. INTRODUCTION

La notion de la structuration géographique chez les Gnatostomes est importante pour l'étude de la dynamique des populations et pour la gestion des pêcheries. Dans ce concept, la quantification des caractères morphologiques d'un groupe d'individus peut démontrer le degré de spéciation induit, aussi bien par des facteurs biotiques qu'abiotiques, contribuant ainsi à l'identification des différents stocks (Palma et Andrade, 2002). Classiquement, l'analyse biométrique a pour objectif de permettre de distinguer au sein d'une même population des différences, soit spécifiques, soit à l'intérieur d'une même espèce, des sous-espèces, ou groupements raciaux, en fonction de certains paramètres morphologiques liés ou non aux conditions environnementales.

Chez les téléostéens, les caractères méristiques et morphométriques sont toujours employés pour déterminer la divergence génique des poissons comme c'est le cas chez le loup *Dicentrarchus labrax* (Kara et Frehi, 1997) et la dorade *Sparus aurata* (Chaoui *et al.*, 2001).

L'étude biométrique présentée ici a pour objectif principal de caractériser la morphologie de *S. cantharus* du golfe d'Annaba en insistant sur l'influence du sexe sur la morphologie et la recherche d'éventuelles variations morphologiques avec d'autres populations.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Morphométrie

2.1.1. Morphologie externe

Dans le domaine halieutique, l'utilisation des caractères métriques et méristiques ou numériques constituent tout un ensemble de critères permettant la reconnaissance et la classification des espèces de poisson. Les premiers donnent des valeurs décimales qui, de plus, doivent être analysés par rapport à d'autres paramètres tandis que les seconds s'expriment en valeurs entières et peuvent être comptés avec précision. En fonction de l'objectif, les critères numériques retenus diffèrent d'une espèce à une autre. Ils peuvent être soit externes (rayons durs et mous des nageoires, bandes pleurales sur les flancs, pores sur la tête ou le museau, écaillage, épines ou stries operculaires, etc...), soit internes (vertèbres, caeca pyloriques, branchiospines, dentition, etc...).

2.1.1.1. Caractères numériques (méristiques)

Les caractères numériques étudiés sont la formule radiaire (nombre de rayon ossifiés et mous sur les nageoires dorsales et anales), le nombre de branchiospines (inférieures et supérieures) situées sur le premier arc branchial gauche, le nombre de vertèbres (Fig. 9) ainsi que le nombre d'écaillés sur la ligne latérale. Pour le comptage des branchiospines, il se fait à l'œil nu, pour les adultes, et sous une loupe binoculaire à l'aide d'une aiguille pour les individus de petite taille. Les valeurs obtenues sont comparées statistiquement entre les sexes (mâles et femelles) et entre les individus immatures et matures, en utilisant le test t de Student à deux échantillons (programme Minitab, 2000, version 13.2).

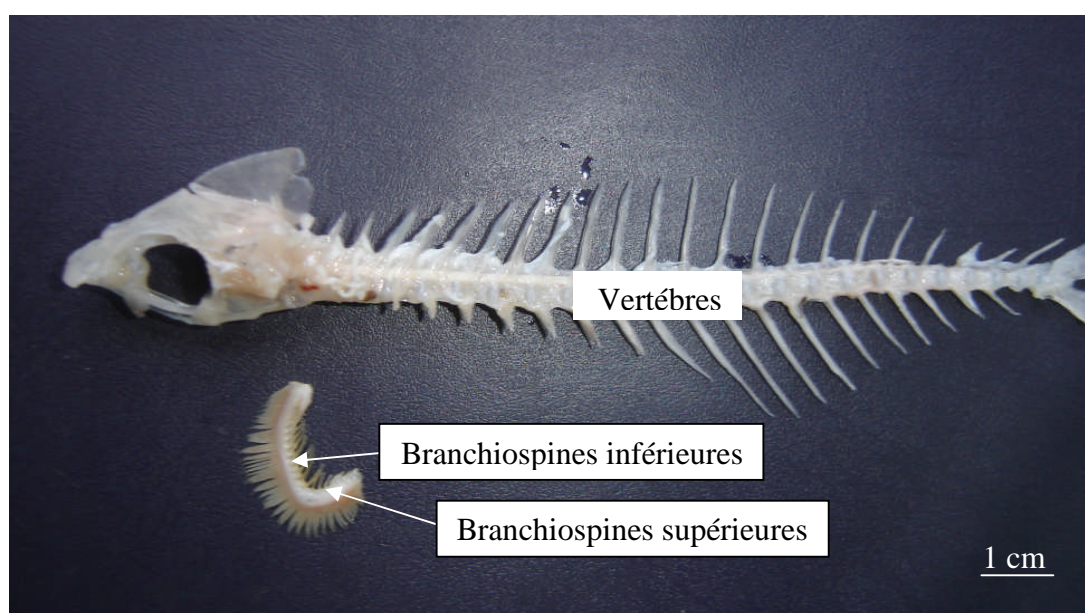


Figure 9. Morphologie de la colonne vertébrale et de l'arc branchial gauche de *S. cantharus*.

2.1.1.2 Caractères métriques

Nous avons retenu dans cette étude 16 paramètres métriques (Fig. 10) : la longueur totale (Lt), la longueur standard (Ls), la longueur à la fourche (Lf), la longueur céphalique (Lc), le diamètre orbitaire (Do), la longueur post-orbitaire (Lpo), la longueur pré-orbitaire (LPo), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-pectorale (LpP), la longueur post-pectorale (LPP), la longueur pré-anale (Lpa), l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc), le diamètre inter-orbitaire (Dio), la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc). La longueur totale, standard et à la fourche sont mesurées à l'aide d'un ichtyomètre et les autres mesures sont faites à l'aide d'un compas à pointes sèches. Les valeurs des diverses distances sont appréciées au millimètre près. L'analyse a été effectuée chez la population totale, les deux sexes, les individus mâturs et les immatures.

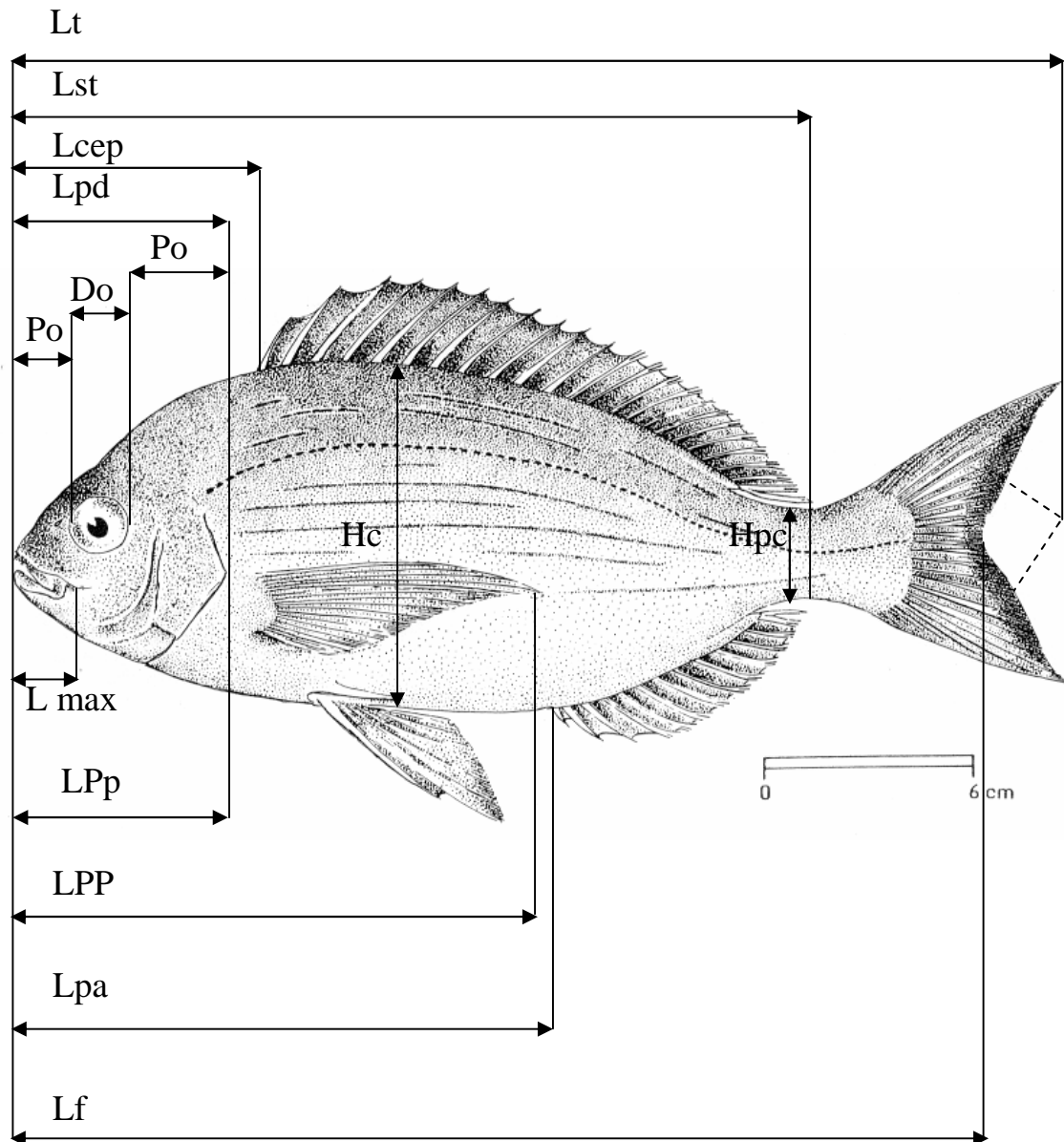


Figure 10. Différentes mesures prélevées sur *S. cantharus*. Lt : longueur totale, Lmax : longueur du maxillaire, Do : diamètre orbitaire, Ls : longueur standard, Lpo : longueur post-orbitaire, Hc : hauteur du corps, Lf : longueur à la fourche, LPO : longueur pré-orbitaire, Lpd : longueur pré-dorsale, LpP : longueur pré-pectorale, Lc : longueur céphalique, LPP : longueur post-pectorale, Lpa : longueur pré-anale, Hpc : hauteur du pédoncule caudale.

2.1.1.3. Analyse statistique

Tout d'abord, le nombre moyen, le mode et la valeur extrême sont déterminés pour chaque caractère numérique considéré. Les différentes parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lc) par la méthode des moindres rectangles (axe majeur réduit) qui est une équation de régression préconisée par Teissier (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.

La comparaison statistique du coefficient "t" d'allométrie de cette équation avec la valeur 1 est réalisée par le test de Student (Dagnélie, 1975).

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

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" théorique = $t_{1-\alpha/2}$ (valeur donnée par table de Student) ou α représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5%. Deux cas peuvent se présenter :

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.

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 allométrie minorante (négative), si $b < 1$, ou allométrie majorante (positive), si $b > 1$.

2.1.1.4. 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 ; Farrugio, 1975). On compare tout d'abord les pentes des deux axes en comparant une différence à son erreur standard :

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

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 ; c'est une régression combinée "tpo" :

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

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 éte 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 :

$$F_{obs} = \frac{\sigma^2 \max}{\sigma^2 \min} \text{ dont } \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1^2 = \frac{SCEyx_1}{n_1 - 1} \\ \sigma_2^2 = \frac{SCEyx_2}{n_2 - 1} \end{array} \right.$$

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

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

où :

$SCEyx_1$: somme des carrées des écarts du premier échantillon.

$SCEyx_2$: somme des carrées des écarts du deuxième échantillon.

n_1 : effectif total de premier échantillon.

n_2 : effectif total du deuxième échantillon.

2.1.2. Otolithométrie

2.1.2.1. Localisation des otolithes

Les otolithes des poissons se présentent sous la forme classique de trois paires de concrétions calcifiées situées dans le labyrinthe de l'oreille interne du poisson: la *lapillus* dans la lagena, l'*astericus* dans l'utricule et la *sagitta* dans le saccule. Ce dernier, le plus volumineux, est désigné sous le nom d'otolithe. Ces pièces minéralisées, véritables "boites noires des poissons téléostéens" (Lecomte-Finiger, 1999), renferment des informations précieuses permettant de reconstruire l'histoire individuelle du poisson.

2.1.2.2. Extraction et conservation

Pour réussir l'extraction de la paire de *sagitta*, il est nécessaire de respecter les étapes suivantes:

- isoler la tête en sectionnant au niveau supérieur de l'os operculaire.
- dégager les branchies en sectionnant l'attache basale des arcs branchiaux.
- ôter l'enveloppe mince tapissant les parois osseuses des saccules jusqu'à l'apparition de la voûte crânienne.
- dégager cette dernière au moyen de ciseaux aux extrémités pointues.
- extraire doucement et à l'aide d'une pince aux extrémités recourbées la paire de *sagitta* qui baigne dans l'endolymphe des deux saccules.
- se débarrasser d'une petite brosse de la membrane qui enveloppe les otolithes.
- une fois nettoyées, les otolithes sont mis à sec dans des piluliers.

2.1.2.3. Analyse statistique

Au total, 195 paires de *sagitta* ont été analysées chez *S. cantharus* ($17,4 \leq Lt \leq 40$ cm ; $81 \leq Pe \leq 1005$ g).

L'étude biométrique des *sagittas* consiste à mesurer la longueur (L_o), la largeur (I_o) et l'épaisseur (E_o) des otolithes gauche et droit, puis peser séparément (P_o). Après avoir mesurer les otolithes avec un pied à coulisse de précision (otolithes épais), ou un micromètre oculaire monté à un microscope (petits otolithes), on procède à leur pesée au moyen d'une balance électronique (précision : 0,0001 gramme). Étant donné que la forme des otolithes est elliptique, nous avons déterminé la surface de la manière suivante :

$$S_o = (L_o/2 \times I_o/2) \pi$$

où :

S_o : surface de l'otolithe (cm^2).

L_o : longueur de l'otolithe (cm).

I_o : largeur de l'otolithe (cm).

π : constante égale à 3,14.

La similitude des otolithes gauches et droits est d'abord vérifiée par un test d'homogénéité des moyennes de Student.

$$t_{obs} = \frac{(|m_1 - m_2|)}{\sqrt{\frac{SCE_1 + SCE_2}{n(n-1)}}}$$

où :

m_1 : moyenne des paramètres métriques mesurés sur l'otolithe droite.

m_2 : moyenne des paramètres métriques mesurés sur l'otolithe gauche.

SCE : somme des carrés des écarts des paramètres mesurés sur les otolithes droits (1) et gauches (2).

n : effectif total

Si $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$, on accepte l'hypothèse d'égalité des moyennes et on considère qu'il n'existe pas de différences significatives entre les deux otolithes au risque d'erreur de 5% pour n (n-1) ddl.

Si $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$, on rejette l'hypothèse et on considère que les deux otolithes sont différents.

Le test d'allométrie décrit précédemment a permis ensuite de définir le type de relation unissant les caractéristiques métriques et pondérales des *sagittas* (gauche ou droite, en cas d'homogénéité) à celle du corps (longueur totale et poids éviscéré) ainsi que celui de la relation qui lie la surface de la *sagitta* et la longueur totale du poisson.

3. RESULTATS

3.1. Caractères numériques

L'analyse des caractères numériques de la population totale (N = 195) de *S. cantharus* montre que le nombre moyen d'écailles de la ligne latérale est égale à 73,12. Les valeurs individuelles évoluent entre 71 à 75 écailles sur la ligne latérale avec un mode est de 73. Le nombre de branchiospines inférieurs et supérieurs varie respectivement entre 12 à 17, et entre 7 à 11, la moyenne et le mode étant respectivement de 14,69 et 15 pour les premiers, mais de 8,87 et 9 pour le second.

Les nageoires dorsales et anales comportent respectivement 10 à 11 (mode = 11 ; moyenne = 10,99) et 3 (mode = 3 ; moyenne = 3) rayons durs, puis 12 à 14 (mode = 13 ; moyenne = 12,97) et 10 à 12 (mode = 11 ; moyenne = 10,98) rayons mous et le nombre des vertèbres est égale à 23, La figure 11 sous dessous illustre les valeurs moyennes et leurs écart-types des caractères numériques chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. Les tableaux VIII, IX,

X, XI et XII de l'annexe regroupent l'ensemble des données de ces caractères numériques étudiées chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

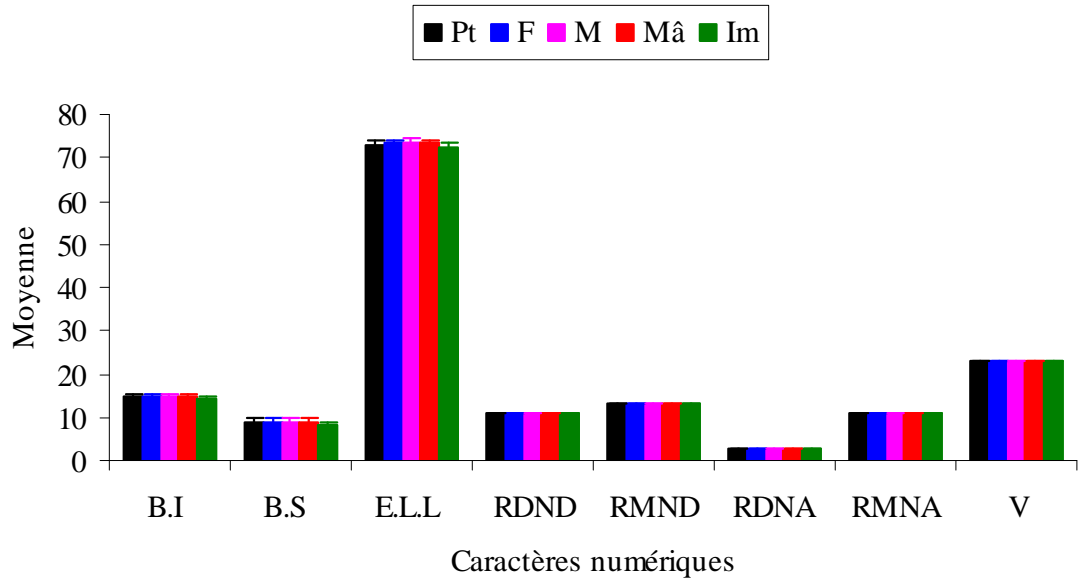


Figure 11. Valeurs moyennes et écart-types des caractères numériques chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. B.I, B.S : branchiospines inférieures et supérieures, E.L.L : écailles de la ligne latérale, RDND, RMND : rayons durs et mous de la nageoire dorsale, RDNA, RMNA : rayons durs et mous de la nageoire anale, V : vertèbres.

La comparaison statistique des valeurs numériques entre les femelles et les mâles a montré qu'il n'y avait aucune différence significative (Tab. 1), mais entre les individus mâturs et immatures nous avons montré qu'il y avait une différence très significative pour le nombre de branchiospines supérieurs ($t_{obs} = -2,51$; $P = 0,013$) et une différence très hautement significative pour le nombre de branchiospines inférieurs ($t_{obs} = 3,64$; $P = 0,000$) et le nombre d'écailles de la ligne latérale ($t_{obs} = 5,54$; $P = 0,000$). Pour les autres paramètres numériques aucune différence des valeurs n'a été observée.

Tableau 1. Comparaison statistique (test t de deux échantillons) des paramètres numériques de *S. cantharus* du golfe d'Annaba ($P > 0,05$: n.s ou non significative ; $P \leq 0,01$: valeur très significative ** ; $P \leq 0,001$: valeur très hautement significative ***).

	Comparaison entre femelles et mâles			Comparaison entre mâtures et immatures		
	t _{obs}	P	Niveau de signification	t _{obs}	P	Niveau de signification
Branchiospines inférieures	0,08	0,935	n.s	3,64	0,000	***
Branchiospines supérieures	-0,08	0,938	n.s	-2,51	0,013	*
Ecailles de la ligne latérale	-0,19	0,851	n.s	5,54	0,000	***

3. 2. Caractères métriques

Les équations de conversion des différents caractères métriques en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lc) et leurs coefficients de corrélation (r) sont présentés dans les tableaux XIII, XIV, XV, XVI et XVII annexés. Les différents paramètres métriques en fonction de leurs coefficients d'allométrie sont représentées par les figure 12 (A, B et C) et 13 (D et E).

L'étude morphologique de la population totale montre une corrélation très hautement significative ($0,903 \leq r \leq 0,989$; $P \leq 0,001$) entre les paramètres mesurés et la longueur totale (Lt) ou céphalique (Lc). Parmi les paramètres étudiés, la longueur à la fourche (Lf) et la longueur pré-anale (Lpa) ont une croissance isométrique par rapport à la longueur totale du poisson. Seul le diamètre de l'œil (Do) présente une allométrie minorante par rapport à la longueur céphalique et tous les autres caractères métriques dont la croissance est modélisée en fonction aussi de cette même longueur [post-orbitaire (Lpo) ; pré-orbitaire (Lpo) ; diamètre inter-orbitaire (Dio) et la longueur du maxillaire supérieur (L_{max})] montrent une allométrie majorante. Les paramètres suivants : la longueur céphalique (Lc), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-pectorale (LpP) et la longueur post-pectorale (LPP) ont une croissance minorante par rapport à la longueur totale. En revanche, la longueur standard (Ls), l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc) enregistrent une allométrie majorante par rapport à cette même longueur.

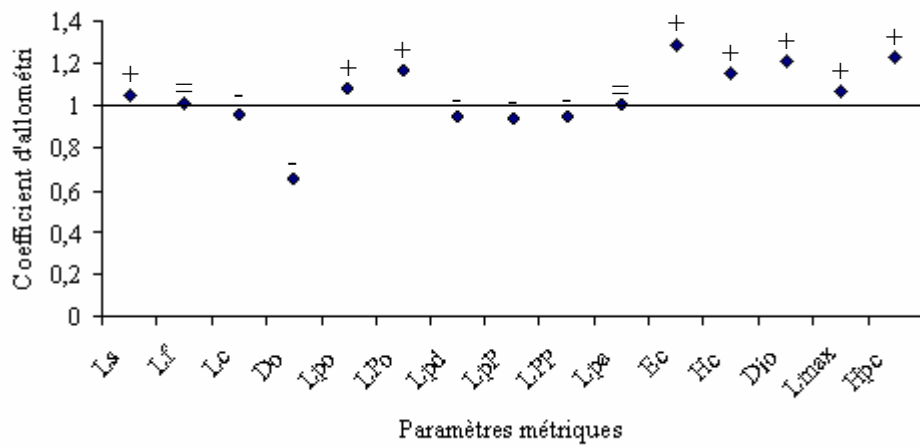
Les différents caractères métriques étudiés chez les femelles sont significativement corrélés à la longueur totale (Lt) du poisson ou à sa longueur céphalique (Lc) ($0,751 \leq r \leq 0,961$). Il y a deux caractères métriques présentent une allométrie minorante : le diamètre de

l'œil (Do) et la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}). Huit caractères métriques présentent une isométrie [La longueur à la fourche (Lf) ; la longueur céphalique (Lc) ; la longueur pré-dorsale (Lpd) ; la longueur post-orbitaire (Lpo), la longueur pré-pectorale (LpP) ; la longueur post-pectorale (LPP) ; le diamètre inter-orbitaire (Dio) et la longueur pré-anale (Lpa)] et cinq d'autres présentent une allométrie majorante (la longueur standard (Ls) ; la longueur pré-orbitaire (LPO) ; l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc).

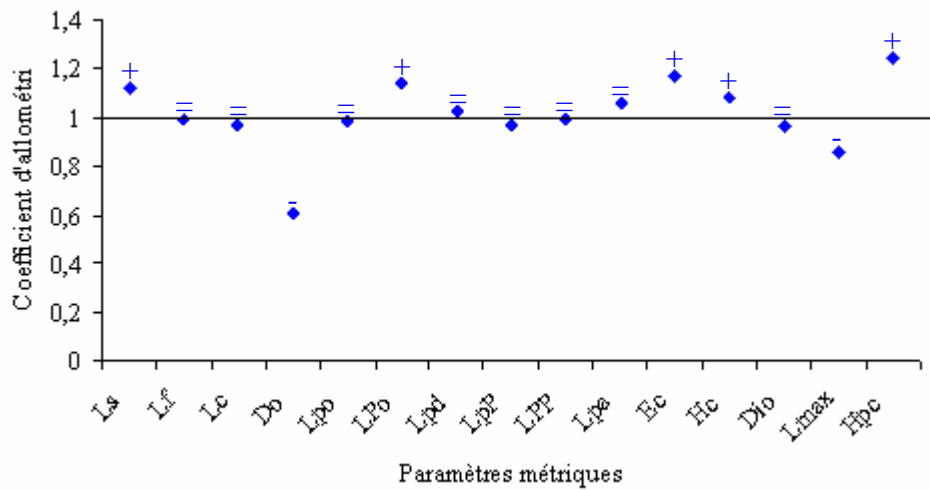
L'étude morphométrique chez les mâles montre aussi une corrélation hautement significative pour l'ensemble des couples de longueurs ($0,871 \leq r \leq 0,984$). Il y a huit caractères métriques qui présentent une isométrie de croissance : la longueur standard (Ls), la longueur à la fourche (Lf), la longueur céphalique (Lc), la longueur post-orbitaire (Lpo), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-pectorale (LpP), la longueur pré-anale (Lpa) et la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}) et cinq d'autres présentent une allométrie majorante [la longueur pré-orbitaire (LPO) ; l'épaisseur du corps (Ec) ; la hauteur du corps (Hc) ; le diamètre inter-orbitaire (Dio) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc)], alors que le diamètre de l'œil (Do) et la longueur post-pectorale (LPP) montrent une allométrie minorante.

Chez les individus mûres, sept caractères métriques montrent une allométrie majorante ($0,871 \leq r \leq 0,983$), il s'agit de : la longueur standard (Ls), la longueur post-orbitaire (Lpo), la longueur pré-orbitaire (LPO), l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc), le diamètre inter-orbitaire (Dio) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc). L'isométrie ne concerne que trois caractères métriques qui sont : la longueur à la fourche (Lf), la longueur pré-dorsale (Lpd) et la longueur pré-anale (Lpa). Les longueurs suivantes : la longueur céphalique (Lc), le diamètre orbitaire (Do), la longueur pré-pectorale (LpP), la longueur post-pectorale (LPP) et la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}) présentent une allométrie minorante.

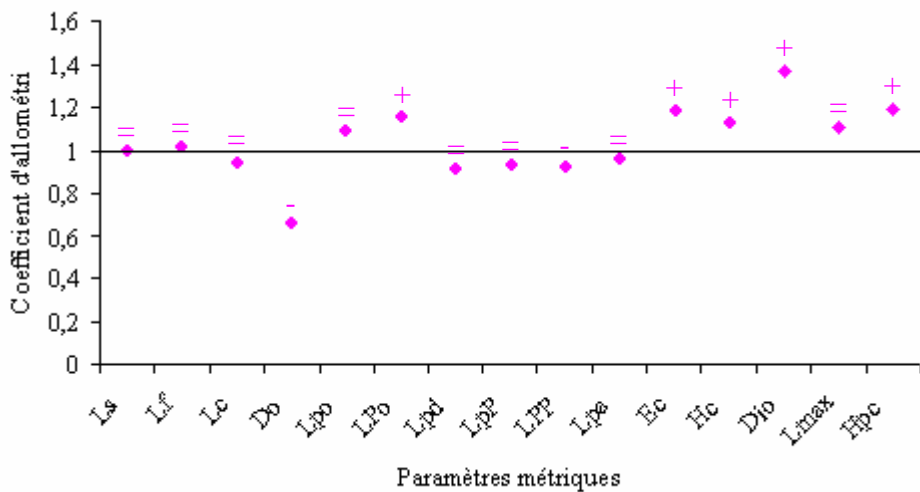
Chez les immatures, neuf caractères métriques montrent une isométrie de croissance ($0,734 \leq r \leq 0,988$) qui sont : la longueur standard (Ls), la longueur à la fourche (Lf), la longueur pré-orbitaire (LPO), la longueur pré-anale (Lpa), l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc), le diamètre inter-orbitaire (Dio), la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc). Cinq autres présentent une allométrie minorante se sont : la longueur céphalique (Lc), le diamètre orbitaire (Do), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-pectorale (LpP) et la longueur post-pectorale (LPP). Seul la longueur post-orbitaire (Lpo) présente une allométrie majorante.



(A)

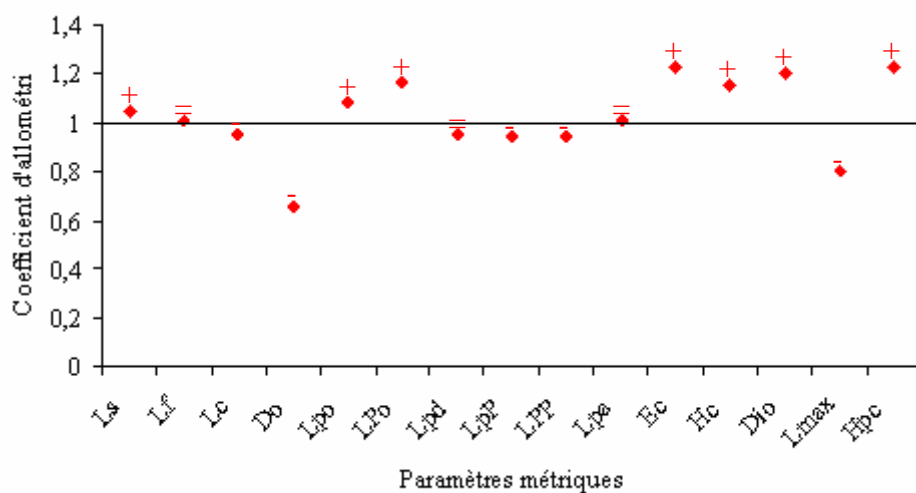


(B)

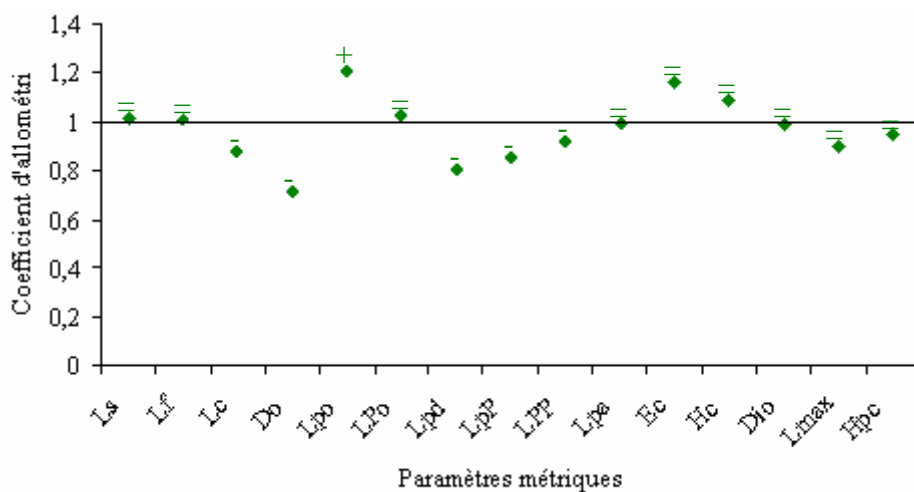


(C)

Figure 12. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques chez la population totale (A), les femelles (B) et les mâles (C). (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante ; = : isométrie).



(D)



(E)

Figure 13. Coefficient d'allométrie en fonction des paramètres métriques les mûres (D) et les immatures (E) (suite) (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante et les autres sans signes ont une croissance isométrique).

3. 3. Dimorphisme sexuel

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

Le test "tpe" montre qu'il n'y a aucune différence significative ($P < 0,001$) entre les pentes des droites de régression chez les mâles et les femelles (Tab. XVIII, annexe). Cependant, les valeurs de "tpo" montrent que les positions de ces droites sont significativement différentes ($P < 0,001$) dans le cas du diamètre inter-orbitaire (Dio) et de la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}). Le diamètre inter-orbitaire (Dio) et la longueur du maxillaire supérieur (L_{max}) sont plus importants chez les mâles que chez les femelles. Ces caractères mettent en évidence l'existence d'un dimorphisme sexuel chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

3.4. Otolithométrie

L'application du test d'homogénéité ($t_{obs} = 0,219$; $t_{obs} = 0,261$; $t_{obs} = 0,146$; $t_{obs} = 0,179$; $t_{obs} = 0,027$ pour Lo, Io, Eo, Po et So, respectivement) confirme la similitude métrique et pondérale des otolithes *sagittas* gauches et droits chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba (Tab. 2). Le test d'égalité des moyennes par classes de tailles confirme aussi la similitude métrique des *sagittas* droits et gauches (Fig. 14 et Tab. XIX, annexe). De ce fait, nous avons retenu la *sagitta* droit (Fig. 15) pour les analyses suivantes.

Tableau 2. Résultats du test d'homogénéité des caractères métriques et pondéraux des otolithes *sagittas* gauches et droits chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba (N = 195). ($P \leq 0,05$; A H : hypothèse d'égalité des deux moyennes acceptée puisque $t_{obs.} \leq t_{théo.}$).

Caractères	$t_{obs.}$	$t_{théo.}$	Type d'hypothèse
Lo	0,219	1,960	A H
Io	0,261		
Eo	0,146		
Po	0,179		
So	0,027		

Chez la population totale de *S. cantharus* les équations de régression, les coefficients de corrélation et les types d'allométrie sont précisés dans le tableau XX annexé. Ce dernier est exprimé graphiquement par les figures 16 et 17. On note l'existence au seuil $\alpha = 0,05$ d'une corrélation significative ($0,8017 \leq r \leq 0,9423$) entre les paramètres étudiés [Lo ($r = 0,9423$), Io ($r = 0,8726$), Eo ($r = 0,8017$), So ($r = 0,9399$) et Po ($r = 0,8987$)] et la taille (Lt) ou le poids

somatique éviscéré (Pe). La longueur, la largeur, l'épaisseur et la surface de la *sagitta* droit ont une croissance minorante par rapport à la taille totale du poisson. Le poids de la *sagitta* a aussi une allométrie minorante par rapport au poids éviscéré du poisson. Les individus de longueur totale comprise entre 17,4 et 40 cm ($81 \leq Pe \leq 1005$ g) possèdent des *sagittas* dont la surface oscille entre 0,2013 et 0,5954 cm² ($0,0032 \leq Po \leq 0,0141$ g).

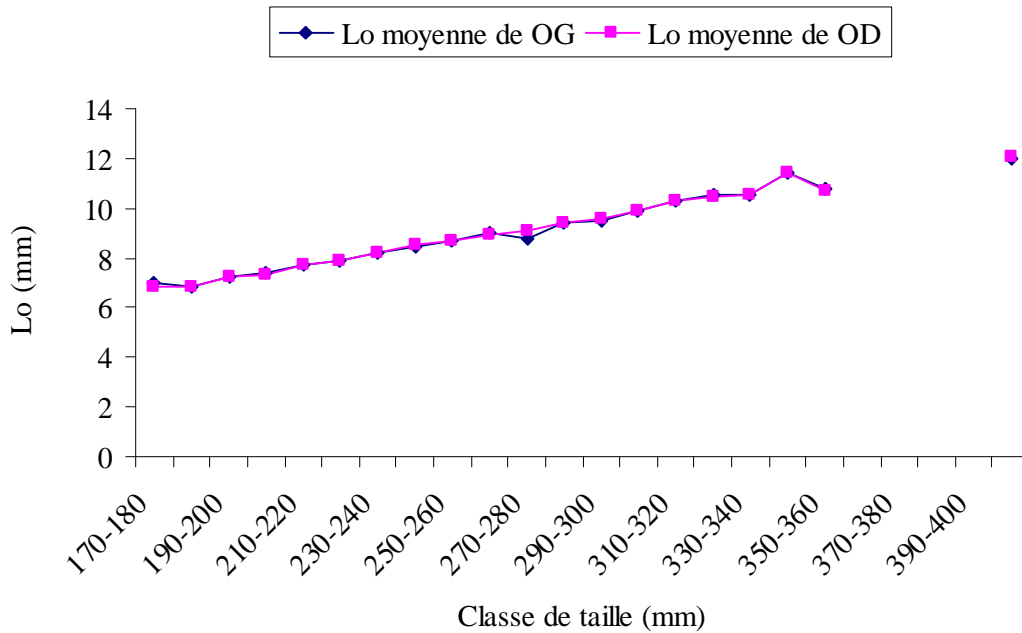


Figure 14. Similitude de la longueur des otolithes droit (OG) et gauche (OD) chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba (Lo : longueur de l'otolithe).



Figure 15. Otolithe *sagitta* droit de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

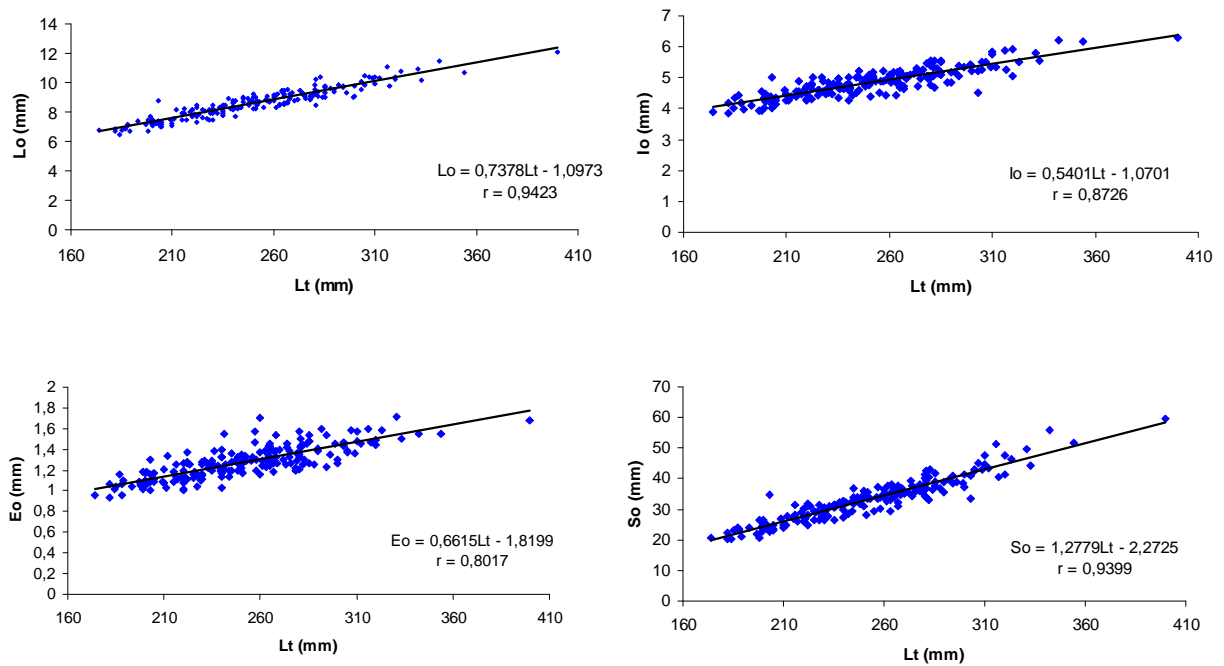


Figure 16. Droites de régression exprimant les relations entre la longueur totale du poisson (Lt) et les différentes caractéristiques métriques de l'otolithe droit de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (L_o = longueur totale de l'otolithe droit ; I_o = largeur de l'otolithe droit ; E_o = épaisseur de l'otolithe droit ; S_o = surface de l'otolithe droit).

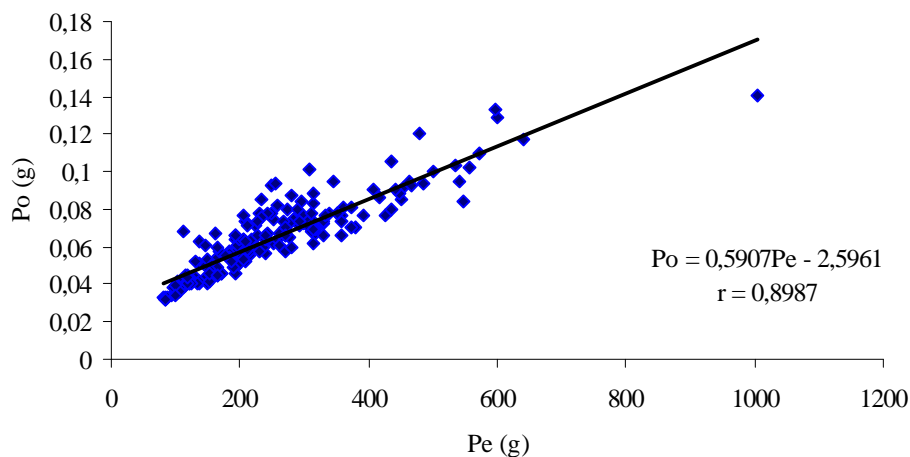


Figure 17. Droites de régression exprimant les relations biométriques entre le poids éviscéré (Pe) du poisson et le poids de l'otolithe droit de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (P_o = poids total de l'otolithe droit) (suite).

4. DISCUSSION

4.1. Morphométrie

Les valeurs des caractères numériques observées chez *S. cantharus* du littoral d'Annaba sont proches ou égaux de celles rapportées par Bauchot (1987). Le tableau 3 compare sept caractères numériques chez la population de *S. cantharus* en Méditerranée.

Tableau 3. Comparaison des valeurs des caractères numériques chez *S. cantharus*.

Caractères numériques	Bauchot (1987)	Présente étude
Nombre de branchiospines inférieurs	14-16	12-17
Nombre de branchiospines supérieurs	8-9	7-11
Nombre d'écaille sur la ligne latérale	66-75	71-75
Nombre de rayons durs (dorsale)	11	10-11
Nombre de rayons mous (dorsale)	11-13	12-14
Nombre de rayons durs (anale)	3	3
Nombre de rayons mous (anale)	9-11	10-12

Nos résultats montrent que le nombre d'écailles à la ligne latérale oscille entre 71 et 75. Ces valeurs limites sont proches de celles rapportées par Bauchot (1987), qui sont comprises entre 66 et 75 écailles. Cette disparité du nombre d'écailles de la ligne latérale, qui est significative chez les individus mûres et immatures, pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, tels que la méthode de comptage des écailles de la ligne latérale, le détachement accidentel des écailles du poisson lors de sa capture dans les filets maillants et sa manipulation lors de son transport vers les différents points de vente et sur les étals avant sa commercialisation.

Au niveau du premier arc branchial gauche, le nombre de branchiospines inférieures et supérieures est légèrement différent de celui rapporté par Bauchot (1987) chez le griset de la Méditerranée. Cette différence du nombre de branchiospines sur les parties inférieures et supérieures de l'arc branchial est due probablement de la méthode de comptage des branchiospines qui diffère d'un auteur à un autre. Dans le cas de notre étude, une branchiospine n'est comptabilisée que lorsqu'elle est capable de retenir une aiguille appuyée le long de l'arc. La disparité du nombre de branchiospines inférieures chez les individus âgés

est due probablement au changement de l'éthologie alimentaire au cours du développement ontogénétique du poisson. Le régime de *S. cantharus* qui serait généraliste chez les jeunes poissons deviendrait spécialisé chez les plus âgés.

Le nombre de rayons ossifiés et mous sur les nageoires dorsales est anales reste très proche de celui rapporté chez la même espèce dans le bassin méditerranéen et atlantique (Whitehead *et al.*, 1986 ; Bauchot, 1987).

Chez la population totale de *S. cantharus*, les différents caractères morphométriques examinés possèdent des coefficients de corrélation très proches de la valeur 1 ($0,903 \leq r \leq 0,989$; $P \leq 0,001$), ce qui expriment leurs fortes relations avec la longueur totale ou celle de la tête. La moitié des caractères examinés (8/15) ont une croissance plus rapide (allométrie majorante), dont 4/5 d'entre eux ont une croissance plus rapide que la longueur céphalique et 2/5 ont une croissance plus rapide que la longueur totale. Les caractères restants (2/5) ont une croissance ralentie par rapport à la longueur totale. L'isométrie de croissance ne concerne que 1/5 des caractères métriques étudiés par rapport au même paramètre. Le caractère le moins lié à la longueur de la tête est le diamètre de l'œil. Le ralentissement puis l'arrêt de la croissance de l'œil est en fait un phénomène assez classique rencontré chez les téléostéens. Cette allométrie minorante caractérisant le diamètre de l'œil est observée aussi chez d'autres Sparidés des côtes Est de l'Algérie, comme c'est le cas du sparailon *D. annularis* (Nouacer, 2002) et du bogue *Boops boops* (Madache, 2006). A l'exception de *D. cervinus cervinus* où la croissance de l'œil est majorante (Derbal, 2007).

Comparés aux résultats obtenus chez d'autres Sparidés côtiers du golfe d'Annaba, nous avons constaté que la croissance était différente d'une espèce à une autre. Chez le sar tambour *D. cervinus cervinus* du golfe d'Annaba la croissance allométrique de ces longueurs : la longueur pré-dorsale, la longueur pré-pectorale et la longueur post-pectorale est majorante (Derbal, 2007), alors que chez *D. annularis* (Nouacer, 2002), le marbré *Lithognathus mormyrus* (Zaghoudi, 1997) et le sar *D. vulgaris* (Rachedi, 1999) est isométrique, alors que chez *S. cantharus* elle est minorante. Il a été constaté que la longueur standard et la longueur céphalique croissent d'une façon isométrique chez toutes les espèces de sparidés étudiées dans le golfe d'Annaba alors que chez *S. cantharus*, la première longueur croît d'une façon majorante et d'une façon minorante pour la deuxième longueur. La hauteur du corps croît d'une manière isométrique chez *D. cervinus cervinus* (Derbal, 2007) et chez *B. boops* (Madache, 2006). Par contre, elle a une croissance majorante chez *S. cantharus*, tandis que la hauteur du pédoncule caudale croît moins vite chez *D. cervinus cervinus* (Derbal, 2007) et

elle croit d'une façon isométrique chez *B. boops* (Madache, 2006) et aussi chez *D. annularis* (Nouacer, 2002), mais elle croit plus vite chez *S. cantharus*.

L'étude biométrique chez les deux sexes séparés de *S. cantharus* a révélé quelques particularités morphologiques. En effet, la longueur post-pectorale et le diamètre inter-orbitaire montrent une isométrie de croissance chez les femelles alors qu'elle est minorante pour la première longueur et elle est majorante pour la deuxième chez les mâles. Par contre, la longueur standard et la longueur du maxillaire supérieur présentent une isométrie de croissance chez les mâles tandis qu'elle est majorante pour la longueur standard et elle est minorante pour la longueur du maxillaire supérieur chez les femelles.

Les résultats obtenus chez les femelles et les mâles ne nous permettent pas d'effectuer de comparaison avec les résultats obtenus chez d'autres Sparidés du golfe d'Annaba puisque la majorité des études biométriques (Boutaleb, 1997 ; Zaghdoudi, 1997 ; Rachedi, 1999 ; Nouacer, 2002 ; Derbal, 2007) ont été effectuées sur la population totale, à l'exception du bogue *B. boops* (Madache, 2006). Le tableau 4 compare les résultats obtenus chez les femelles et les mâles de *S. cantharus* et de *B. boops*. Les longueurs suivantes : la longueur pré-pectorale et la longueur pré-anale présentent une isométrie de croissance chez les mâles de *S. cantharus* alors qu'elle est minorante pour la première longueur et majorante pour la deuxième chez les mâles de *B. boops*. La hauteur du corps, la hauteur du pédoncule caudale, la longueur pré-orbitaire et le diamètre inter-orbitaire montrent une allométrie majorante chez les mâles de *S. cantharus* tandis qu'elle est isométrique pour les trois premières longueurs et elle est minorante pour la dernière longueur chez les mâles de *B. boops*. Les longueurs suivantes : la longueur à la fourche, la longueur céphalique, la longueur pré-pectorale, la longueur post-pectorale, la longueur pré-anale, la longueur post-orbitaire et la longueur pré-dorsale montrent une isométrie chez les femelles de *S. cantharus* alors que les quatre premières présentent une allométrie minorante et les trois dernières présentent une allométrie majorante chez les femelles de *B. boops* (Madache, 2006). La longueur standard, la hauteur du corps et la hauteur du pédoncule caudale croissent plus rapidement chez les femelles de *S. cantharus* alors qu'elles croissent de façon isométrique chez les femelles de *B. boops* (Madache, 2006). La longueur du maxillaire supérieur croit de manière minorante chez les femelles de *S. cantharus* et de façon isométrique chez les femelles de *B. boops* (Madache, 2006).

Tableau 4. Comparaison des résultats des paramètres métriques chez les femelles et les mâles de *S. cantharus* avec celles de *B. boops* (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante, = : isométrie).

Paramètres Métriques	Femelles		Mâles	
	<i>S. cantharus</i>	<i>B. boops</i>	<i>S. cantharus</i>	<i>B. boops</i>
Ls	+	=	=	=
Lf	=	-	=	=
Lc	=	-	=	=
Lpd	=	+	=	=
LpP	=	-	=	-
LPP	=	-	-	-
Lpa	=	+	=	+
Ec	+	+	+	+
Hc	+	=	+	=
Hpc	+	=	+	=
Do	-	-	-	-
Lpo	=	+	=	=
LPo	+	+	+	=
Dio	=	=	+	-
L _{max}	-	=	=	=

L'étude biométrique sur les individus mâtures et celles des individus immatures chez *S. cantharus* a démontré qu'il y a certaine différence. Les longueurs suivantes : la longueur standard, la longueur pré-orbitaire, l'épaisseur du corps, la hauteur du corps, le diamètre inter-orbitaire et la hauteur du pédoncule caudale montrent une allométrie majorante chez les mâtures et une isométrie de croissance chez les immatures. La longueur du maxillaire supérieur présente une allométrie minorante chez les mâtures et une isométrie de croissance chez les immatures. La longueur pré-dorsale est le contraire de la longueur du maxillaire supérieur c.a.d : présente une isométrie de croissance chez les mâtures et une allométrie minorante chez les immatures.

Cependant, la comparaison de nos résultats avec celles de *B. boops* (Madache, 2006) pour les individus mâtures et immatures a révélé quelques différences (Tab. 5). En effet, la longueur standard, la hauteur du corps, la hauteur du pédoncule caudale, la longueur pré-orbitaire et le diamètre inter-orbitaire montrent une allométrie majorante chez les mâtures de *S. cantharus* mais elle est isométrique sauf pour le dernier paramètre qui présente une allométrie minorante chez les mâtures de *B. boops* (Madache, 2006). La longueur céphalique et la longueur du maxillaire supérieur ont une croissance moins vite chez les individus

mâtures de *S. cantharus* alors qu'elle est isométrique chez les mâtures de *B. boops* (Madache, 2006). Tandis que la longueur à la fourche et la longueur pré-anale ont une croissance isométrique chez les mâtures de *S. cantharus* mais elle est minorante pour la première longueur et majorante pour la deuxième chez les mâtures de *B. boops* (Madache, 2006). Pour les individus immatures les paramètres suivantes : la longueur standard, la longueur à la fourche et la hauteur du pédoncule caudale montrent une croissance isométrique chez *S. cantharus* alors qu'elle est minorante sauf le dernière paramètre qui a une croissance majorante chez les immatures de *B. boops* (Madache, 2006). Tandis que ces paramètres : la longueur céphalique, la longueur pré-dorsale, la longueur post-pectorale et le diamètre de l'œil ont une croissance moins vite chez les individus immatures de *S. cantharus* mais elle est isométrique sauf le dernier paramètre qui a une croissance majorante chez les immatures de *B. boops* (Madache, 2006). La seule longueur qui montre une allométrie majorante chez les immatures de *S. cantharus* est la longueur post-orbitaire, cette dernière longueur a une croissance isométrique chez les immatures de *B. boops* du golfe d'Annaba.

Tableau 5. Comparaison des résultats des paramètres métriques chez les mâtures et les immatures de *S. cantharus* avec celles de *B. boops*. (+ : allométrie majorante, - : allométrie minorante, = : isométrie).

Paramètres métriques	Mâtures		Immatures	
	<i>S. cantharus</i>	<i>B. boops</i>	<i>S. cantharus</i>	<i>B. boops</i>
Ls	+	=	=	-
Lf	=	-	=	-
Lc	-	=	-	=
Lpd	=	=	-	=
LpP	-	-	-	-
LPP	-	-	-	=
Lpa	=	+	=	=
Ec	+	+	=	=
Hc	+	=	=	=
Hpc	+	=	=	+
Do	-	-	-	+
Lpo	+	+	+	=
LPo	+	=	=	=
Dio	+	-	=	=
L _{max}	-	=	=	=

4.2 Dimorphisme sexuel

Il existe un dimorphisme sexuel apparent chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. En effet, nous avons constaté que le diamètre inter-orbitaire et la longueur du maxillaire supérieur étaient différents entre le mâle et la femelle. Cette dernière a un diamètre inter-orbitaire et un maxillaire plus courts.

4.3. Otolithométrie

La similitude des otolithes *sagittas* droit et gauche a été précisée statistiquement par le test de conformité et l'absence de différence significative entre ces structures minéralisées est ainsi confirmée chez *S. cantharus*. Cette symétrie axiale des otolithes est observée chez de nombreux téléostéens marins (Nolf, 1985 ; Lombarte, 1992 ; Arellano et *al.*, 1995 ; Aguirre et Lombarte, 1999 ; Slatni et Kara, 2000). L'otolithométrie révèle que les paramètres métriques ou pondéraux pris sur l'otolithe droit (Lo, Io, Eo, So et Po) présentent une allométrie minorante par rapport à la taille totale ou le poids éviscéré du poisson. Ceci indique que la croissance des otolithes *sagittas* ralentie en fonction de la croissance somatique, ce qui traduit une croissance lente de leur surface par rapport à celle du corps. Enfin, les équations de régression établies montrent que tous les paramètres métriques et pondéraux des otolithes ont une croissance négativement allométrique pendant le développement ontogénétique de *S. cantharus*.

5. CONCLUSION

Cette étude nous a permis de recueillir quelques informations sur la morphologie de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. Les valeurs numériques obtenues sont proches ou égales de celles rapportées par la littérature.

La comparaison statistique a montré qu'il n'avait pas de différences morphologiques entre les femelles et les mâles. Toutefois, nous avons révélé l'existence de différences significatives entre les individus mûres et immatures, pour le nombre de branchiospines supérieurs et inférieurs et le nombre d'écaillés de la ligne latérale.

Chez la population totale, l'allométrie majorante concerne plus de la moitié des caractères métriques considérés (53,33%). Elle est minorante pour 33,33% des paramètres et isométrique pour 13,33% des paramètres. Chez les femelles et les mâles, l'isométrie de croissance domine avec 53,33%, ensuite l'allométrie majorante avec 3,33% et l'allométrie minorante avec 13,33% seulement. Chez les individus mûres, l'allométrie majorante domine avec 46,66%, puis l'allométrie minorante avec 33,33% et enfin l'isométrie avec 20% des paramètres. Chez les immatures, l'isométrie concerne 60% des caractères métriques considérés. L'allométrie minorante concerne 33,33% des paramètres. Seulement 6,66% des paramètres examinés présentent une allométrie majorante.

La longueur à la fourche et la longueur pré-anale présentent toujours une isométrie aussi bien chez la population totale, chez les sexes séparés, chez les individus mûres que chez les immatures. Le seul paramètre qui présente toujours une allométrie minorante est le diamètre orbitaire.

Les paramètres morphométriques qui permettent de mettre en évidence un dimorphisme sexuel chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba sont le diamètre inter-orbitaire et la longueur du maxillaire supérieur qui sont plus courts chez la femelle.

La surface des otolithes *sagittas* est significativement corrélée à la longueur totale du poisson, mais elle montre une croissance minorante. Le poids de ces structures osseuses est lui aussi corrélé au poids éviscéré du poisson avec lequel il présente le même type d'allométrie.

CHAPÎTRE III : ÂGE ET CROISSANCE

CHAPÎTRE III : ÂGE ET CROISSANCE

1. INTRODUCTION

Pour mettre en place une politique rationnelle de gestion des pêches, il est indispensable de s'acquérir de données fondamentales sur la biologie, l'écologie et la dynamique des populations ichthyologiques exploitées. Dans ces études, la connaissance de l'âge et de croissance des poissons est une information essentielle.

Pour établir un modèle de croissance, il est nécessaire de connaître l'âge des poissons. Chez les Ostéichthyens, diverses pièces anatomiques sont classiquement utilisées en sclérochronologie. Aujourd'hui, il est possible même à partir des différentes pièces calcifiées (otolithe, écaille, squelette), de reconstituer l'histoire individuelle des organismes vivants. Au niveau de l'otolithe, par exemple, l'analyse microchimique permet même de décrypter chez les jeunes poissons la période de formation de marques journalières par le biais de marqueurs spécifiques (Lagardere *et al.*, 2000 ; Pothin *et al.*, 2003). L'écaille reste aussi un bon modèle et un outil de choix pour une première approche biologique d'une espèce et surtout pour le suivi individuel des poissons. Pour ses facilités de prélèvement en routine, de préparation et de lecture, la scalimétrie reste une technique couramment utilisée pour estimer l'âge individuel et la croissance d'une manière générale. D'ailleurs, lorsque les écailles sont de grande taille et lisibles, elles donnent des résultats satisfaisants pour une certaine tranche d'âge, comparés aux otolithes *sagittas* qui s'épaississent et s'opacifient chez les individus âgés. Dans ce cas, la lecture devient difficile et les otolithes doivent subir divers traitements d'éclaircissement pour rendre facile la lecture des anneaux de croissance.

Si l'âge et la croissance de *S. cantharus* ont fait l'objet d'un certain nombre de travaux dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (Perodou et Nedelec, 1980 et 1982 ; Mennes, 1985 ; Dorel, 1986 ; Balguerias, 1993 ; Miranda, 1996 ; Dulcic et Kraljevic, 1996 ; Erzini *et al.*, 1996, 1998, 2003 ; Pajuelo et Lorenzo, 1999, 2004 ; Gonçalves, 2000 ; Bradai *et al.*, 2001 ; Santos *et al.*, 2002 ; Abecasis *et al.*, 2008), la situation est différente sur les côtes Est algériennes, où seuls quelques Sparidae du genre *Sparus* et *Diplodus* ont été étudiées (Chaoui *et al.*, 2006 ; Nouacer et Djebbar, 2007). Cette étude a pour objectif principal de fournir les premières données sur l'âge et la croissance de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Etude de l'âge

Les poissons sont des vertébrés poïkilothermes dont le taux de métabolisme est fonction des conditions biotiques et abiotiques. Les animaux subissent des variations de croissance saisonnières qui s'inscrivent sur toutes les formations osseuses, y compris les écailles et les otolithes, sous forme de zones de croissance rapide, large et de zones de croissance lente, étroites.

La détermination de l'âge chez *S. cantharus* s'est effectuée en utilisant deux méthodes directes : la méthode scalimétrique et la méthode otolithométrique (otolithes sagittae). Ces deux méthodes sont complémentaires et permettent ainsi d'affirmer ou de confirmer les résultats obtenus.

2.1.1. Prélèvement, stockage et examens des écailles et des otolithes

2.1.1.1. Les écailles

Pour écarter les aléas de lecture, les écailles doivent être prélevées de préférence au même endroit. Chez *S. cantharus*, nous les avons prélevé sous la nageoire pectorale gauche. Ce choix est justifié par l'existence à ce niveau d'écailles normalement dépourvues de cal granuleux. Dans leur milieu naturel, elles sont mieux protégées des agressions et donc rarement arrachées.

Après avoir essuyé soigneusement la zone de prélèvement, nous avons prélevé nos écailles sur les individus qui ont été préalablement mesurés et pesés. Après avoir sélectionné une dizaine d'écailles, ces dernières ont été conservées dans des piluliers remplis d'eau.

Avant leur montage entre lame et lamelle et leur observation sous microscope équipé d'un micromètre oculaire, les écailles ont été nettoyées avec une brosse à dents et de l'eau javellisée (6°), puis rincées à l'eau douce.

2.1.1.2. Les otolithes

Les otolithes des poissons se présentent sous la forme classique de trois paires de concrétions calcifiées situées dans le labyrinthe de l'oreille interne du poisson: la *lapillus* dans la lagena, l'*astericus* dans l'utricule et la *sagitta* dans le saccule. Ce dernier, le plus volumineux, est désigné sous le nom d'otolithe. Ces pièces minéralisées, véritables "boîtes noires des poissons téléostéens" (Lecomte-Finiger, 1999), renferment des informations précieuses permettant de reconstruire l'histoire individuelle du poisson.

Pour réussir l'extraction de la paire de *sagitta*, il est nécessaire de respecter les étapes suivantes:

- isoler la tête en sectionnant au niveau supérieur de l'os operculaire.
- dégager les branchies en sectionnant l'attache basale des arcs branchiaux.
- ôter l'enveloppe mince tapissant les parois osseuses des saccules jusqu'à l'apparition de la voûte crânienne.
- dégager cette dernière au moyen de ciseaux aux extrémités pointues.
- extraire doucement et à l'aide d'une pince aux extrémités recourbées la paire de *sagitta* qui baigne dans l'endolymphe des deux saccules.
- se débarrasser d'une petite brosse de la membrane qui enveloppe les otolithes.
- une fois nettoyées, les otolithes sont mis à sec dans des piluliers.

Les otolithes sont examinés plongés dans un liquide. Le milieu d'observation doit posséder les qualités suivantes : avoir un bon indice de réfraction ; être transparent ; ne pas être irritant pour le manipulateur qui en respire les émanations durant de longues heures ; être fluide, car une bonne observation exige que l'on examine l'otolithe sous différents angles en le faisant changer de position et il ne faut pas que ces mouvements introduisent des hétérogénéités dans le liquide, ce qui brouillerait l'image. Le milieu d'observation utilisé est l'huile d'anis.

Nous avons retenu la *sagitta* droite puisque nous avons pu mettre en évidence une similitude entre l'otolithe droit et gauche (chapitre II : résultats). Les *sagittas* droites que nous avons choisies, sont d'abord placées sur la face proximale convexe, dans une petite cuve en verre à fond noir contenant de l'huile d'anis. Le fond noir est constitué par un disque de formica placé dans la cuve, et non à l'extérieur, pour éviter les reflets du verre. L'observation des otolithes se fait en lumière réfléchie où les zones opaques paraissent blanches et les zones hyalines noires. Chez les jeunes poissons, ce premier examen est souvent suffisant.

Il est nécessaire ensuite de faire bouger l'otolithe ou de soulever son bord dorsal pour observer le champ dorsal. Ces manœuvres permettent de distinguer les vraies marques, zones de l'otolithe réellement plus opaques, des fausses marques dues aux irrégularités de la surface ou du bord. Il peut arriver en effet surtout au voisinage du bord, qu'une marque nette en vue de dessus disparaisse en vue de côté. Chez les individus âgés, l'observation du champ dorsal est nécessaire, car l'otolithe croît alors surtout en épaisseur. Pour cela, l'otolithe est soulevé légèrement avec une aiguille.

2.1.2. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'écaïlle ou de l'otolithe

Pour estimer l'âge par la méthode scalimétrique, nous avons tout d'abord vérifié si l'écaïlle croit uniformément avec la longueur du corps. Cela nous a permis d'établir une relation permettant d'apprécier la taille des alevins au moment de la formation des premières écaïlles.

Le rayon de l'écaïlle (R_{te}) est mesuré suivant l'axe antéro-médian à l'aide d'un micromètre oculaire (Gr : $\times 32$) monté sur un microscope.

Les mesures faites sur les otolithes ont eu pour but d'étudier la périodicité d'apparition des anneaux par l'intermédiaire de la relation entre le rayon de l'otolithe et la longueur totale du poisson.

Les mesures biométriques réalisées sur les *sagittas* droits ont permis aussi d'étudier la périodicité d'apparition des anneaux par l'intermédiaire de la relation entre le rayon de l'otolithe et la longueur totale du poisson. Chez la plupart des individus, les anneaux sont lisibles et bien définis. Une fois les otolithes nettoyées et mis à sec, nous avons pris les différentes mesures en respectant une direction définie qui passe par le centre du noyau et le sommet du dôme dorsal au niveau du champ ventral. Le long de cette direction, le rayon de l'otolithe (R_{to}) est mesuré du centre du noyau au sommet du dôme dorsal avec un micromètre oculaire.

Pour connaître le mode d'association de ce dernier avec la longueur du poisson, nous avons calculé le coefficient de corrélation « r ». Par la méthode des moindres carrés, nous avons calculé l'équation de la droite représentative de tous les points à partir de 380 couples de données pour les écaïlles et de 403 couples de données pour les otolithes. L'équation est déterminée en utilisant l'expression suivante :

$$L_t = a \cdot R_t + b$$

avec :

L_t : longueur totale du poisson (mm).

R_{te}/R_{to} : rayon total de l'écaïlle ou de l'otolithe du même poisson (mm).

a : pente de la droite de régression.

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

Sur la base de cette relation, les tailles qu'avaient les poissons lors de chaque anneau hivernal formé sur l'écaïlle peuvent être rétrocalculées (Jearld, 1983).

Une fois que le rayon d'écaïlle et de l'otolithe sont connus, le passage à celle du poisson devient facile et inversement.

2.1.3. 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 écaïlles et des otolithes correspond à un dépôt stratifié et progressif d'éléments minéraux d'origine exogène (alimentation).

L'accroissement marginal a été déterminé sur les écaïlles et les otolithes, indifféremment des âges, par application de la formule ci-dessous. Ces variations temporelles ont été également suivies, afin de mettre en évidence d'éventuelles périodes de ralentissement de la croissance :

$$AM = (R_t - R_n) / (R_n - R_{n-1})$$

avec :

AM : accroissement marginal.

R_t/R_{to} : rayon total de l'écaïlle ou de l'otolithe.

R_n : dernier anneau d'arrêt de croissance.

R_{n-1} : rayon de l'anneau qui précède R_n .

La chronologie de l'apparition des anneaux d'arrêt de croissance a été déterminée par la simple mesure de l'allongement marginal (AM) et son suivi mensuel. Ce dernier correspond à la distance entre le dernier anneau de faible croissance et le bord antérieur de l'écaïlle où de l'otolithe (Stequert, 1971). Il est mesuré à l'aide d'un micromètre monté sur un microscope. Cet accroissement est maximal immédiatement avant la formation du $(n+1)^{\text{ème}}$ anneau, nul pendant celle-ci, puis correspond à la formation du $(n+1)^{\text{ème}}$ anneau, c'est-à-dire au moment de la reprise de la croissance. Pour la notation de l'âge, nous nous sommes inspirés du travail de Man-Wai et Quignard (1984) qui considèrent 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.

Dans notre étude, la croissance marginale a été suivie pendant un cycle annuel et comparée en utilisant l'ANOVA. L'analyse statistique a été complétée par le test de comparaison des moyennes deux à deux (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 mêmes lettres signifient que les valeurs moyennes sont égales.

2.1.4. Détermination de l'âge par la méthode rétrocalcul

Après avoir démontré l'existence d'une relation linéaire entre la taille de la structure osseuse étudiée (écaille et otolithe) et celle du poisson, nous avons utilisé la formule de Lea (1910) dont le principe est le suivant : chaque fois qu'une zone de moindre croissance s'inscrit sur l'écaille, la distance du nucleus à cette zone est proportionnelle à la longueur du poisson lors de la formation de cette dernière ».

Si « ei » représente le rayon de l'écaille ou de l'otolithe à l'époque « i » de formation du « i^{ème} » anneau hivernal, la taille « Li » du poisson atteinte à cette époque lui est reliée par l'expression :

$$Li/ei = L/Rt \quad \text{d'où:} \quad Li = L. ei/Rt$$

où :

L : longueur (en mm) mesurée au moment de la capture.

Rt/Rto : rayon (en mm) de l'écaille ou de l'otolithe mesurée au moment de la capture.

Lee (1912), pense que le raisonnement de Lea n'est pas représentatif de la réalité. En effet, le poisson a déjà une certaine taille lorsque l'écaille apparaît. Lee reprend donc l'équation de Lea à laquelle il adjoint un terme correctif « b ». Son équation devient :

$$Li = (L. ei/Rt) + b$$

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

2.2. Modélisation de la croissance

2.2.1. Croissance linéaire absolue

Il existe plusieurs équations de croissance, mais aucune de celles-ci ne donne entièrement satisfaction pour toutes les situations. Le modèle adopté ici est celui de Von Bertalanffy (1938). C'est celui qui décrit la croissance linéaire dans le temps et sa formule s'adapte à la plupart des données de croissance observées. Elle a l'avantage d'être facilement incorporée dans les modèles d'évaluation des stocks halieutiques. Cette formule s'exprime comme suit :

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

avec :

L_t : longueur totale (en cm) à l'instant t .

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

k : taux de croissance.

t_0 : temps théorique ou $L_t = 0$ cm.

La détermination des paramètres L_∞ , k , t_0 est réalisée par la méthode de Ford-Walford (1946) en utilisant le programme FISAT II (version 1.2.2) (Gayanilo *et al.*, 1996). L'indice de performance de croissance (ϕ) a été calculé pour comparer nos résultats avec ceux obtenus dans différentes régions. Il a été déterminé par la formule de Munro et Pauly (1983) :

$$\Phi = \log_{10} k + 2\log_{10} L_\infty$$

2.2.2. Croissance relative ou relation taille-poids

L'expression mathématique de la croissance relative permet, pour sa part, de connaître l'embonpoint des poissons (Richter *et al.*, 2000) et constitue une donnée nécessaire pour l'estimation des biomasses des poissons et l'analyse des changements ontogénétiques (Safran, 1992) et différents aspects de la dynamique des populations. La croissance relative 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. Dans les sciences halieutiques, cette croissance permet d'estimer le poids à partir de la taille (Beyer, 1991), le poids à partir de l'âge (Petraakis 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).

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 même forme générale et le même poids durant toute sa vie, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur. Donc la relation liant la taille au poids a été établie à partir de 501 couples de données avec 333 femelles, 52 mâles, 385 individus matures et 57 immatures. C'est une relation de la forme :

$$Pe = a \cdot L_t^b$$

avec :

Pe : poids éviscéré (g).

Lt : longueur totale (cm).

a : constante.

b : coefficient d'allométrie.

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

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

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 $b_0 = 3$ au seuil $\alpha = 5\%$, 2% , 1% , $0,2\%$ et $0,1\%$ à l'aide du test t de Student (Dagnelie, 1975) :

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

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 α représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5% 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 aux contenus stomacaux.

Afin de déceler un éventuel dimorphisme sexuel, nous avons utilisé le test t de Student pour comparer les deux pentes des mâles et les femelles, de même pour les matures et les immatures (Mayrat, 1959 ; Farrugio, 1975) (chapitre II. Biométrie).

2.2.3. Croissance pondérale absolue

Sachant que le poids est lié à la taille par la relation : $P_e = a \cdot L_t^b$, 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 $P_e = P_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^n$ 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 n 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 *S. cantharus* sont cténoïdes et grossièrement quadrangulaires (Fig. 18 A, B, C). Situés dans le champ postérieur, les cténii sont disposés radiairement. Le nucléus qui est presque situé au centre de l'écaille correspond au sommet de la partie antérieure. Cette dernière est cachée sous l'écaille précédente.

Les otolithes *sagittas* sont de forme elliptique (Fig. 19 A, B). Le rostre a une extrémité presque aigue. Le bord ventral qui va du rostre a une dépression postérieure formant une encoche (Fig. 19 A).

Sur les 380 écailles examinées, seulement 335 ont été retenues pour la détermination de l'âge, ce qui correspond environ 88 % du nombre total. Toutes les autres écailles douteuses (Fig. 18 B) ou illisibles (présence de cal ou de faux anneaux) ont été écartées. Les otolithes sont généralement très lisibles et transparents, à l'exception de quelques unes que nous avons trouvées illisibles et opaques surtout chez les grands individus. Sur 403 otolithes examinées,

seulement 376 ont été retenues pour la détermination de l'âge, ce qui correspond environ à 93%.

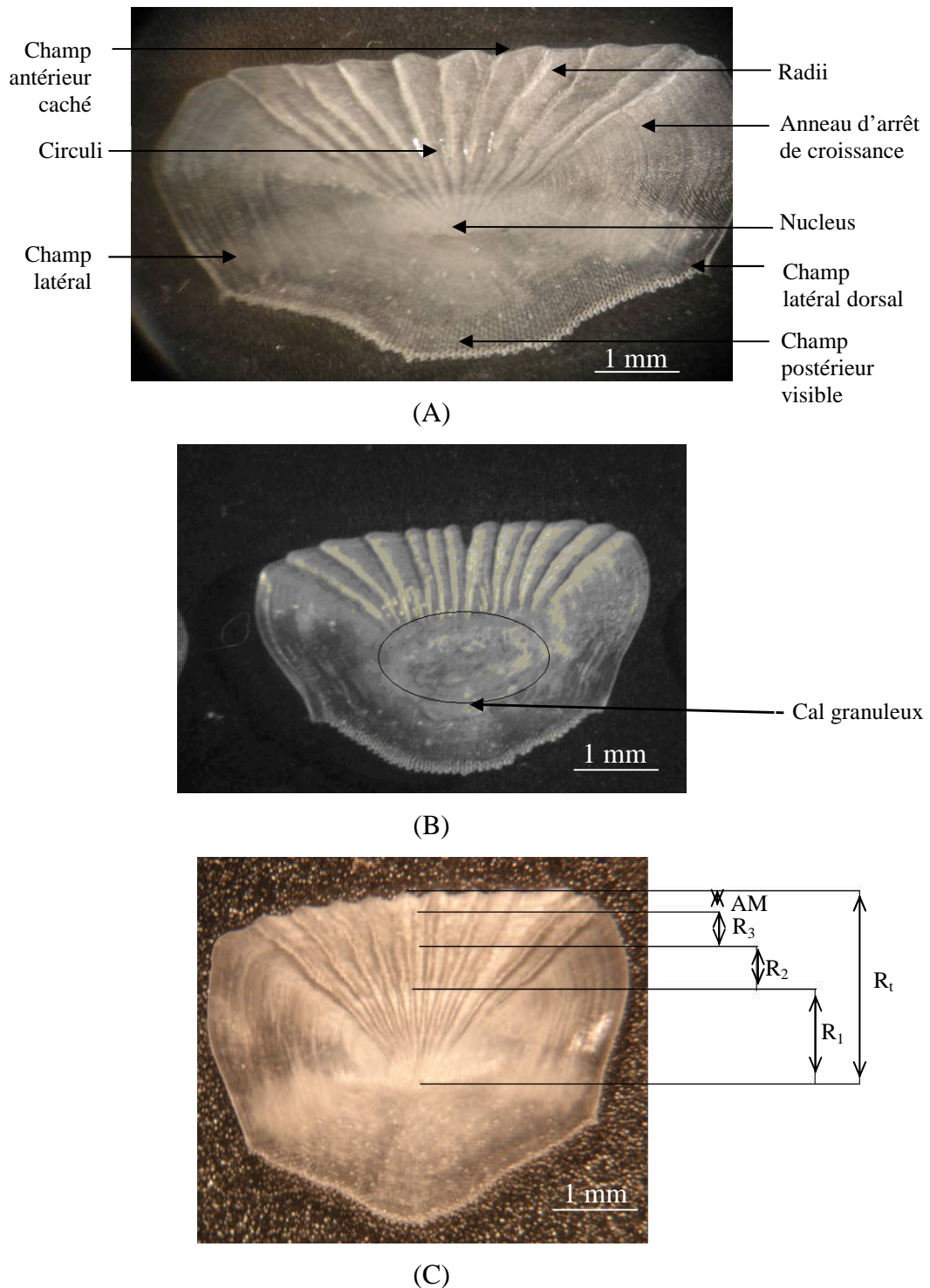
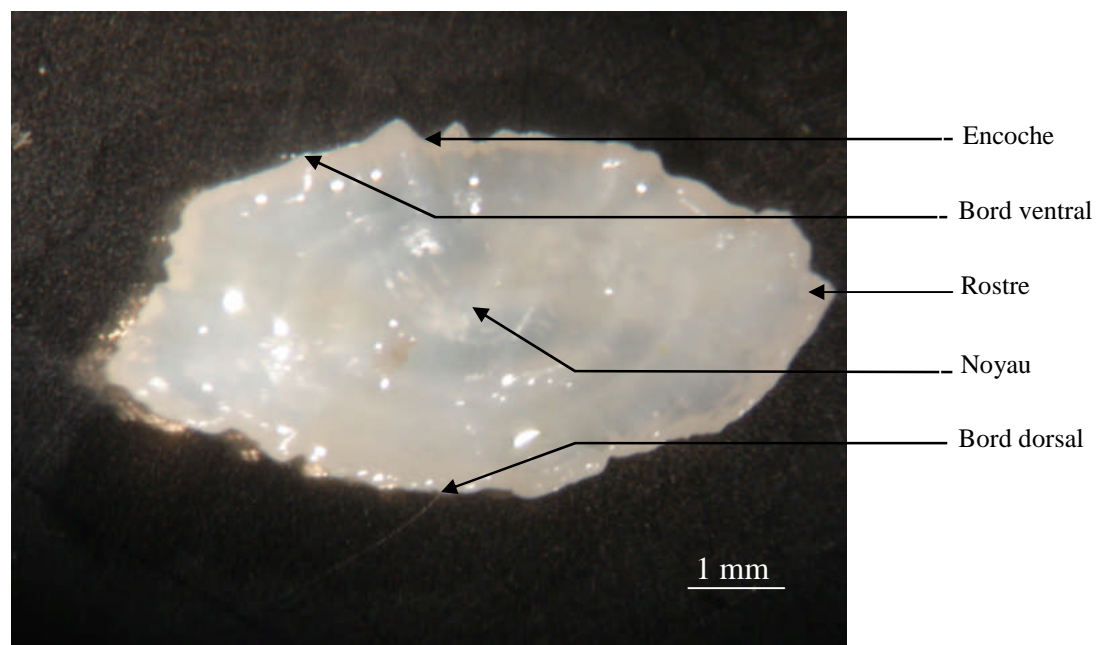
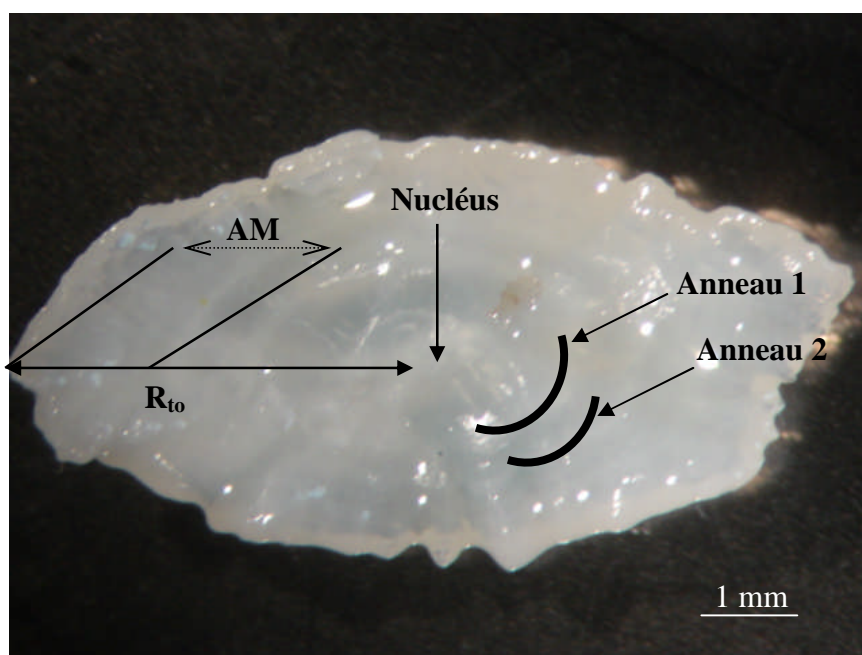


Figure 18. Ecailles de *S. cantharus* du Golfe d'Annaba. A : écaille sans cal granuleux; B. écaille régénérée; C: écaille avec les différentes mesures de l'AM (AM : accroissement marginal, R_1 , R_2 , R_3 : rayons du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} ligne d'arrêt de croissance, R_t : rayon de l'écaille) (Gr : X 32).



(A)



(B)

Figure 19. Otolithe *sagitta* droite de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. (A) : face interne de l'otolithe, (B) : différentes mesures de l'AM (AM : accroissement marginal, R_{to} : rayon de l'otolithe) (Gr : X 32).

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

Les résultats du suivi de l'allongement marginal des écailles et des otolithes sont indiqués respectivement dans les tableaux XXI, XXII, XXIII et XXIV (annexe). En raison de l'insuffisance des effectifs, nous avons déterminé que l'accroissement marginal chez la population totale (AMT), les individus âgés de 3 ans (AM3), 4 ans (AM4) et 5 ans (AM5). Que ce soit chez la population totale ou les trois classes d'âge considérées, la valeur minimale de l'accroissement marginal mesuré sur les écailles et les otolithes *sagittas* est enregistrée en avril (Fig. 20, 21, 22, 23).). Chez la population totale, la valeur maximale de l'accroissement marginal (AMT) est de $1,236 \pm 1,162$ pour les écailles et de $2,605 \pm 1,487$ pour les otolithes. La valeur minimale est de $0,585 \pm 0,242$ pour les écailles et de $0,523 \pm 0,292$ pour les otolithes.

L'application de l'ANOVA montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de l'accroissement marginal obtenues à partir des écailles (F_{obs} de AMT = 4,75 ; $P \leq 0,001$; F_{obs} de AM3 = 3,21 ; $P \leq 0,01$; F_{obs} de AM4 = 3,16 ; $P \leq 0,01$; F_{obs} de AM5 = 2,99 ; $P \leq 0,01$) et à partir des otolithes (F_{obs} de AMT = 5,57 ; $P \leq 0,001$; F_{obs} de AM3 = 4,71 ; $P \leq 0,001$; F_{obs} de AM4 = 5,44 ; $P \leq 0,001$; F_{obs} de AM5 = 3,98 ; $P \leq 0,001$). 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 d'avril (La valeur minimale). Donc, le dépôt de l'anneau de l'arrêt de croissance a bien lieu en mars et on le voit en avril (Fig. 20, 21, 22, 23 ; Tab. XXV, XXVI, annexe).

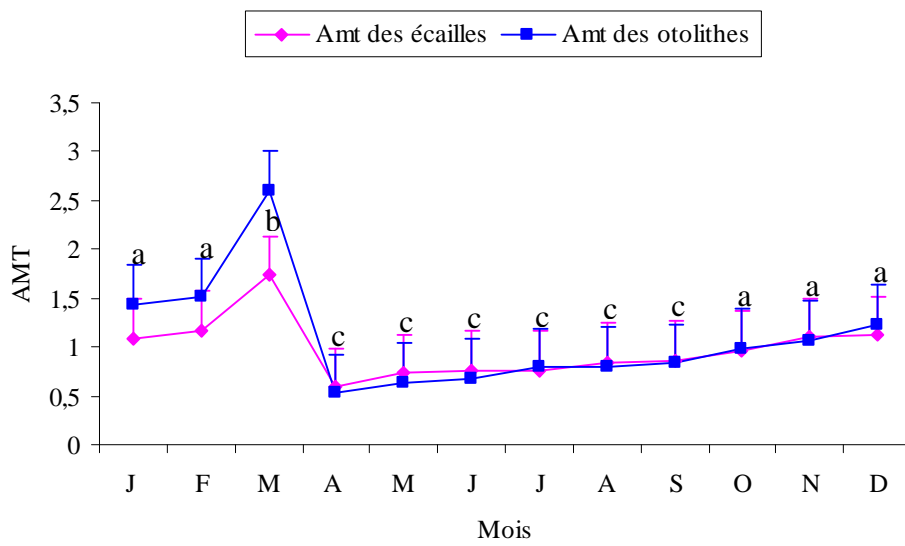


Figure 20. Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes de la population totale de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

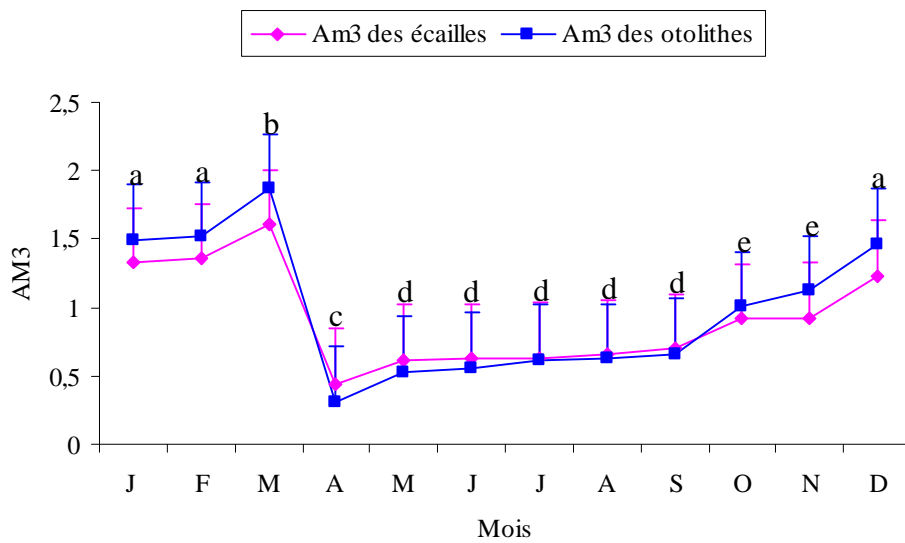


Figure 21. Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de *S. cantharus* présentant 3 anneaux (AM3). La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

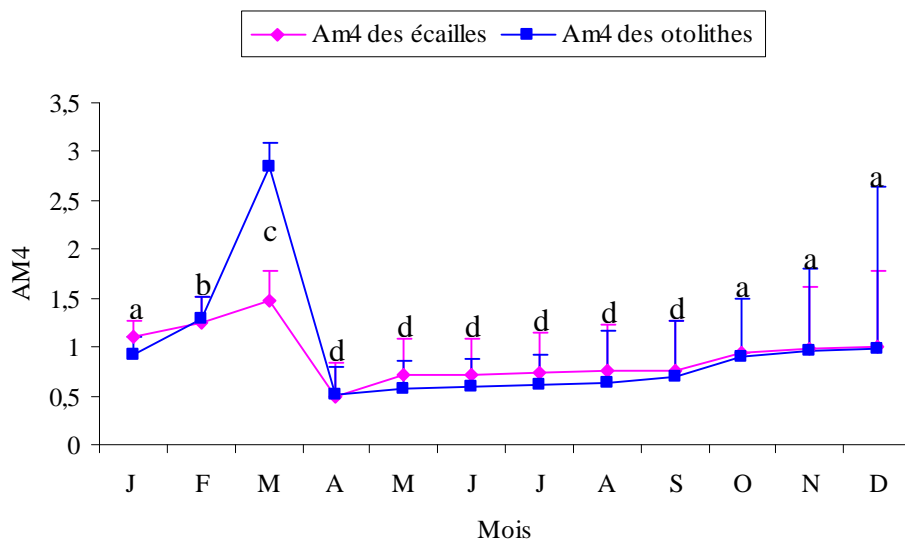


Figure 22. Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de *S. cantharus* présentant 4 anneaux (AM4). La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

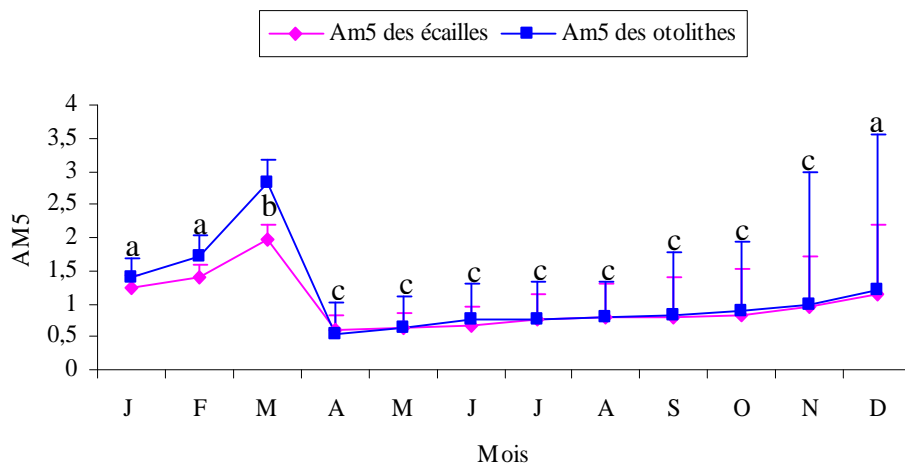


Figure 23. Evolution de l'accroissement marginal (AMT) mesurés sur les écailles et les otolithes des individus de *S. cantharus* présentant 5 anneaux (AM5). La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

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

Le coefficient de corrélation permet d'apprécier le type de relation entre la taille du poisson (L_t) et le rayon (R_{te}) de son écaille ou de son otolithe (R_{to}). Il existe une relation hautement significative entre la longueur du poisson et le rayon de l'écaille ($r = 0,856$; $P < 0,001$) et celui de l'otolithe ($r = 0,858$; $P < 0,001$). Ces relations sont exprimées par les équations de régression suivantes :

$$L_t = 64,577R_{te} + 29,496 \text{ (mm)}$$

$$L_t = 51,127R_{to} + 17,008 \text{ (mm)}$$

La valeur 29,496 correspond à la taille (en mm) des alevins lorsque le rayon des écailles est nul, c'est-à-dire lors de l'apparition des premières écailles. En utilisant les otolithes, la valeur 17 correspondrait à la taille (en mm) des alevins à l'apparition des otolithes sagittae.

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

La détermination des âges individuels des poissons à partir de la lecture directe des otolithes et des écailles, nous a permis d'établir des clés âge-longueurs représentées par les tableaux 6 et 7 pour la lecture directe des otolithes et par les tableaux XXVII et XXVIII (annexe) pour la lecture directe des écailles. Les poissons mesurés sont répartis en classes de tailles de 1 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.

En utilisant les otolithes ou les écailles, l'échantillon analysé est constitué en majorité d'individus des groupes d'âge 3 (otolithes : 28,5% ; écailles : 28,35%), 4 (otolithes : 23% ; écailles : 22,68%) et 5 (otolithes : 23% ; écailles : 23,28%), alors que les individus des autres groupes d'âge sont plus rares surtout l'âge 8 et 9 qui représentent respectivement 0,53% et 0,26% de l'échantillon. Chez les femelles aussi les individus des groupes d'âges 3 (otolithes : 31% ; écailles : 31,74%), 4 (otolithes : 25% ; écailles : 23,41%) et 5 (otolithes : 23% ; écailles : 25,39%) constituent la majorité de l'échantillon. Tandis que chez les mâles, les individus des groupes d'âges 7 (otolithes : 27% ; écailles : 30%) et 6 (otolithes : 20% ; écailles : 17,5%) constituent la majorité de l'échantillon.

Lorsqu' on compare les fréquences des groupes d'âges des femelles à celles des mâles, on obtient les résultats suivants (Tab. 8) :

- Par la méthode otolithométrique : à l'âge de 3 ans les femelles constituent 31% de l'échantillon contre les mâles qui constituent 20% de l'échantillon. A l'âge de 4 ans, les femelles représentent 25% de l'échantillon alors que la présence des mâles est très faible (5%). A un âge plus tardif (7 ans), les mâles dominent par 27% tandis que la présence des femelles est insignifiante (0,5%).
- Par la méthode scalimétrique : à l'âge de 3 ans les femelles constituent 31,74% de l'échantillon contre les mâles qui représentent 12,5% de l'échantillon. A l'âge de 5

ans, les femelles représentent 25,39% de l'échantillon contre les mâles qui constituent 5% de l'échantillon. A l'âge de 7 ans, les mâles reprennent l'avantage avec un taux de 30% contre seulement 1,2 % pour les femelles.

Les résultats du rétrocalcul sont consignés dans les tableaux 9, 10 et 11 pour les otolithes et par les tableaux XXIX, XXX et XXXI (annexe) pour les écailles. Que ce soit à partir de l'analyse des otolithes ou des écailles, nous pouvons considérer que la population de *S. cantharus* échantillonnée dans le golfe d'Annaba est composée de 9 classes d'âge. Toutefois, en raison des effectifs réduits pour les individus les plus âgés (8 et 9 ans), nous avons donc considéré que la population est âgée au maximum de 7 ans. D'autre part, pour déterminer les paramètres de Von Bertalanffy, nous avons opté pour le rétrocalcul à partir des otolithes à cause des faibles valeurs des écart-types.

Tableau 6. Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des otolithes de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (Nt : effectif total ; Nf : effectif des femelles).

CT (cm)	1		2		3		4		5		6		7		8		9		Nt	Nf	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F			
13-14	1	1																	1	1	
14-15	1	1																	1	1	
15-16	1	1																	1	1	
16-17	1	1																	1	1	
17-18	4	4	1	1															5	5	
18-19			12	11															12	11	
19-20			11	9	4	3													15	12	
20-21			12	11	15	14													27	25	
21-22			6	5	18	17	5	5											29	27	
22-23			7	6	20	16													27	22	
23-24					23	19	9	7											32	26	
24-25					25	19	16	14	6	6									47	39	
25-26					2	1	30	23	9	7	1	1							42	32	
26-27							23	19	21	17									44	36	
27-28							4	3	23	17	2	1							29	21	
28-29									25	17	3	1							28	18	
29-30									2	2	3	3	1	1					6	6	
30-31											6	3	1						7	3	
31-32											3	1	2						5	1	
32-33											3		2						5	-	
33-34											2		2						4	-	
34-35													3						3	-	
35-36													2						2	-	
36-37															1				1	-	
37-38															1				1	-	
38-39																			-	-	
39-40																			-	-	
40-41																		1	1		
N	8	8	49	43	107	89	87	71	86	66	23	10	13	1	2	-	1	-	376	288	
N%	2,12	2,77	13,03	14,93	28,45	30,90	23,13	24,65	22,87	22,91	6,11	3,47	3,45	0,34	0,53	-	0,26	-	100	100	
L _t	M	16,32	16,32	20,02	20,98	24,47	24,39	26,97	26,95	28,02	28,12	30,12	29,3	32,91	29	37,4	-	40	-	24,09	23,27
	E	1,77	1,77	1,40	1,39	1,42	1,33	1,23	1,41	1,39	1,30	2,24	1,78	2,01	-	0,70	-	-	-	4,00	3,28
P _e	M	69,5	69,5	128,31	145,21	222,2	210,83	358,13	359,96	400,19	411,89	510,78	473,90	581,53	464	832,5	-	1005	-	230,63	200,16
	E	2,40	2,40	3,12	3,09	3,35	3,36	4,12	4,36	5,56	5,65	12,15	6,72	8,80	-	1,62	-	-	-	13,40	8,73

Tableau 7. Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...) d'après la lecture directe des otolithes de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (Nt : effectif total ; Nm : effectif des mâles) (suite).

CT (cm)	1		2		3		4		5		6		7		8		9		Nt	Nm	
	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M			
13-14	1																		1	-	
14-15	1																		1	-	
15-16	1																		1	-	
16-17	1																		1	-	
17-18	4		1																5	-	
18-19			12	1															12	1	
19-20			11	2	4	1													15	3	
20-21			12	1	15														27	1	
21-22			6		18	1	5												29	1	
22-23			7		20	2													27	2	
23-24					23	2	9												32	2	
24-25					25	2	16		6										47	2	
25-26					2		30		9		1								42	-	
26-27							23	2	21	2									44	4	
27-28							4		23		2								29	-	
28-29									25	2	3	1							28	3	
29-30									2	1	3		1						6	1	
30-31											6	2	1	1					7	3	
31-32											3	1	2	2					5	3	
32-33											3	2	2	2					5	4	
33-34											2	2	2	2					4	4	
34-35													3	2					3	2	
35-36													2	2					2	2	
36-37															1	1			1	1	
37-38															1	1			1	1	
38-39																			-	-	
39-40																			-	-	
40-41																	1	1	1	1	
N	8	-	49	4	107	8	87	2	86	5	23	8	13	11	2	2	1	1	376	41	
N%	2,12		13,03	9,75	28,45	19,51	23,13	4,87	22,87	12,19	6,11	19,51	3,45	26,82	0,53	4,87	0,26	2,43	100	100	
Lt	M	16,32	-	20,02	19,50	24,47	23,2	26,97	26,05	28,02	28,15	30,12	31,43	32,91	33,11	37,4	37,4	40	40	24,09	28,86
	E	1,77	-	1,40	0,92	1,42	1,34	1,33	0,07	1,23	1,25	2,24	1,57	2,01	1,67	0,70	0,70	-	-	4,00	5,91
Pe	M	69,5	-	128,31	116,63	222,2	212,33	358,13	332,50	400,19	410,1	510,78	547,12	581,53	610,54	832,5	832,5	1005	1005	230,63	427,98
	E	2,40	-	3,12	2,40	3,35	3,65	4,12	2,61	5,56	6,00	12,15	6,34	8,80	10,16	1,62	1,62	-	-	13,40	23,57

Tableau 8. Comparaison des fréquences des femelles et des mâles à chaque âge par les deux méthodes (otolithométrique et scalimétrie) chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. (F% : fréquence).

Age (ans)	Otolithométrie		Scalimétrie	
	F% des femelles	F% des mâles	F% des femelles	F% des mâles
1	2,77	-	2,38	-
2	14,93	9,75	7,14	12,5
3	30,9	19,51	31,74	12,5
4	24,65	4,87	23,41	12,5
5	22,91	12,19	25,39	5
6	3,47	19,51	8,73	17,5
7	0,34	26,82	1,19	30

Tableau 9. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez la population totale de *S. cantharus*. (N : effectif, M : moyenne, E : écart-type).

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7	Lt8	Lt9
I	N	8								
	M	14,929								
	E	1,197								
II	N	49	49							
	M	16,146	19,987							
	E	0,976	1,171							
III	N	107	107	107						
	M	15,795	19,895	22,964						
	E	0,859	1,061	1,270						
IV	N	87	87	87	87					
	M	15,166	19,073	23,853	24,095					
	E	0,931	1,139	1,118	0,993					
V	N	86	86	86	86	86				
	M	15,204	19,572	23,920	25,840	27,418				
	E	0,909	1,084	1,283	1,375	1,484				
VI	N	23	23	23	23	23	23			
	M	15,348	21,468	24,405	26,197	27,349	30,372			
	E	0,887	1,372	1,096	1,118	1,212	1,222			
VII	N	13	13	13	13	13	13	13		
	M	14,213	21,443	24,292	25,691	28,500	30,685	30,847		
	E	0,784	1,279	1,415	1,694	1,226	1,230	1,349		
VIII	N	2	2	2	2	2	2	2	2	
	M	15,527	20,362	24,020	26,707	28,542	34,166	36,211	35,955	
	E	0,385	0,256	0,513	0,513	0,128	0	0	0,256	
IX	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	15,038	21,129	23,174	26,707	29,309	34,422	36,467	37,489	40,04
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	N	376	368	319	212	125	39	16	3	1
	M	15,556	20,213	24,096	26,006	28,081	30,565	31,868	36,467	40,04
	E	0,919	0,181	0,225	0,229	0,412	0,329	1,638	0,478	-

Tableau 10. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez les femelles de *S. cantharus*. (N : effectif, M : moyenne, E : écart-type).

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7
I	N	8						
	M	14,929						
	E	1,026						
II	N	43	43					
	M	15,117	21,756					
	E	0,872	0,958					
III	N	89	89	89				
	M	15,738	19,834	22,933				
	E	0,739	0,880	1,075				
IV	N	71	71	71	71			
	M	15,085	19,115	23,904	25,161			
	E	0,813	1,006	0,980	0,878			
V	N	66	66	66	66	66		
	M	15,672	20,963	24,236	26,870	28,460		
	E	0,755	0,891	1,129	1,220	1,272		
VI	N	10	10	10	10	10	10	
	M	16,276	20,199	24,151	25,265	27,985	29,147	
	E	0,846	1,278	0,615	0,795	0,738	0,840	
VII	N	1	1	1	1	1	1	1
	M	16,038	22,151	24,196	26,941	28,264	29,798	29,798
	E	-	-	-	-	-	-	-
Total	N	288	280	237	148	77	11	1
	M	15,696	20,142	24,083	26,825	28,698	29,201	29,798
	E	0,804	0,998	1,047	1,050	0,215	0,834	-

Tableau 11. Longueur totale (en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez les mâles de *S. cantharus*. (N : effectif, M : moyenne, E : écart-type).

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7	Lt8	Lt9
II	N	4	4							
	M	16,016	21,001							
	E	1,005	2,001							
III	N	6	6	6						
	M	15,038	19,850	20,638						
	E	0,582	1,466	1,493						
IV	N	2	2	2	2					
	M	14,527	17,805	19,135	24,538					
	E	0,701	0,246	0,094	0,758					
V	N	4	4	4	4	4				
	M	13,935	16,496	20,879	26,599	27,753				
	E	0,662	0,991	1,327	0,720	0,519				
VI	N	8	8	8	8	8	8			
	M	15,399	20,553	25,481	25,027	28,647	31,350			
	E	0,990	0,989	1,509	0,849	1,705	1,510			
VII	N	11	11	11	11	11	11	11		
	M	16,155	21,407	25,313	25,6375	28,543	30,703	32,889		
	E	1,008	1,647	2,035	2,404	1,709	1,708	1,747		
VIII	N	2	2	2	2	2	2	2	2	
	M	15,271	20,362	24,020	26,707	28,542	34,166	36,211	35,955	
	E	0,511	0,341	0,682	0,682	0,170	0	0	0,341	
IX	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	16,038	21,129	24,174	26,707	29,309	34,422	36,467	37,489	40,04
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	N	38	38	34	28	26	22	14	3	1
	M	15,147	19,170	24,621	26,493	28,598	32,331	33,048	36,467	40,04
	E	0,917	0,338	1,623	0,788	0,589	1,857	0,283	0,965	-

3.2. Croissance

3.2.1. Croissance linéaire absolue

L'application du modèle de Von Bertalanffy aux couples âge-longueurs obtenus par l'étude rétrospective des otolithes (méthode de Lea), nous a permis d'aboutir aux équations suivantes :

$$\text{Chez la population totale : } Lt_{(PT)} = 33,545 [1 - e^{-0,52(t+0,04)}]$$

$$\text{Chez les femelles : } Lt_{(F)} = 31,366 [1 - e^{-0,58(t+0,08)}]$$

$$\text{Chez les mâles : } Lt_{(M)} = 38,5 [1 - e^{-0,33(t+0,01)}]$$

Les tailles asymptotiques (L_{∞}) obtenues chez la population totale (33,545 cm), les femelles (31,366 cm) et les mâles (38,5 cm) sont supérieures aux tailles maximales observées qui sont respectivement de 31,868 cm, de 29,798 cm et de 33,048 cm.

Les valeurs de L_{∞} correspondant à chaque âge sont consignées dans le tableau XXXII (annexe). Elles sont généralement proches de celles que nous avons observées par le rétrocalcul aussi bien pour la population totale, les femelles et les mâles.

Chez la population totale, la taille théorique maximale est de 32,68 cm. Cette valeur est proche de celle observée qui est de 31,86 cm. Le taux de croissance est élevé durant la première année au bout de laquelle une taille de 14,01 cm est atteinte. Ensuite, il tend à diminuer progressivement avec 7,92 cm/an entre la première et la deuxième année, 4,70 cm/an entre la deuxième et la troisième année et 2,8 cm/an entre la troisième et la quatrième année. A l'âge de 7 ans, le taux de croissance marque sa valeur la plus faible (0,58 cm/an) (Fig. 24).

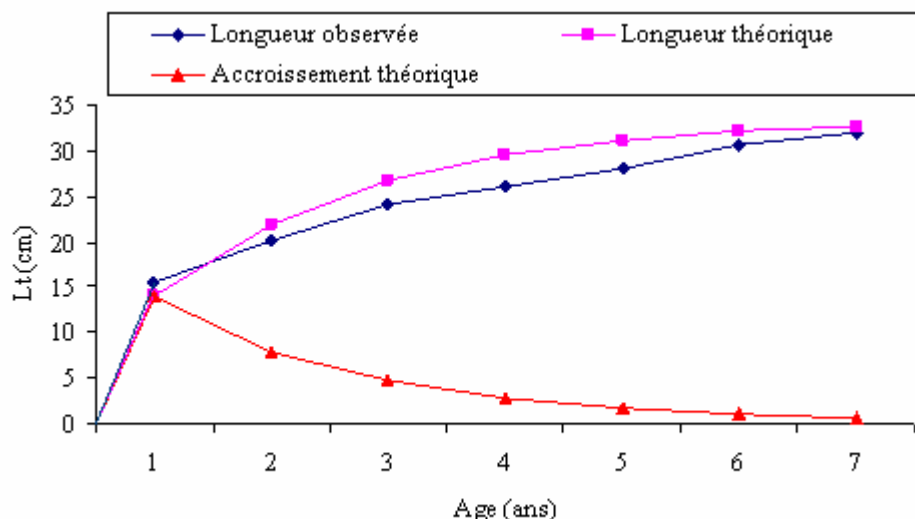


Figure 24. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez la population totale de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

Chez les femelles, la taille théorique maximale est égale à 30,849 cm, cette valeur est généralement proche de la valeur observée 29,798 cm. Le taux de croissance est plus important durant la première année au about de laquelle une taille de 14,599 cm est atteinte. Ensuite, il tend à diminuer progressivement avec 7,378 cm/an entre la première et la deuxième année et 4,132 cm/an entre la deuxième et la troisième année. A l'âge de 7 ans, le taux de croissance marque sa valeur la plus faible (0,406 cm/an) (Fig. 25).

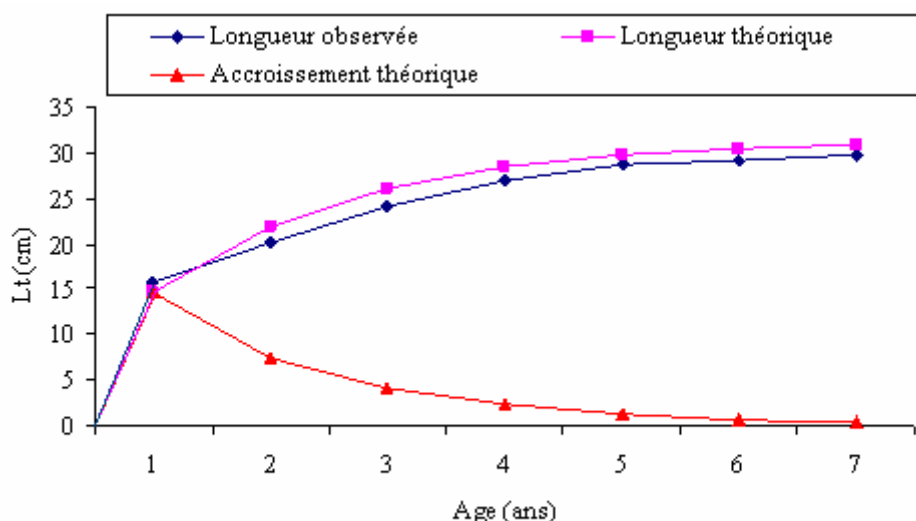


Figure 25. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les femelles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

Chez les mâles, la taille théorique maximale est égale à 34,69 cm. Cette valeur est proche de la valeur observée qui est de 33,048 cm. Le taux de croissance est plus important durant la première année (pour les mâles et deuxième année pour les femelles puisque *S. cantharus* d'abord femelles puis mâles à l'âge de 2 à 3 ans, voir la reproduction) ou deuxième année au bout de laquelle une taille de 18,665 cm est atteinte. Ensuite, il tend à diminuer progressivement avec 5,574 cm/an entre la première et la deuxième année et 4,008 cm/an entre la deuxième et la troisième année. A l'âge de 7 ans, le taux de croissance marque sa valeur la plus faible (1,49 cm/an) (Fig. 26).

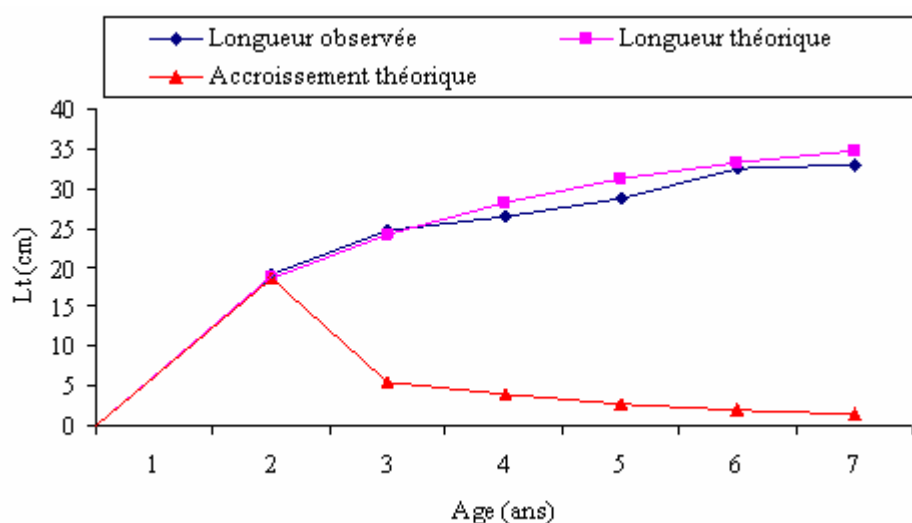


Figure 26. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les mâles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

3.2.2. Croissance relative

L'expression mathématique de la relation taille-poids est établie mensuellement et globalement, aussi bien pour la population totale, les femelles, les mâles, les matures et les immatures. Les résultats de la population totale mettent en évidence une corrélation hautement significative entre ces deux paramètres ($0,960 \leq r \leq 0,985$; $P < 0,001$). Pour l'échantillon global, le poids évolue plus rapidement que la taille ($b = 3,23$; $P < 0,001$). Ceci traduit une bonne croissance pondérale de *S. cantharus* dans le golfe d'Annaba. Toutefois, trois cas d'allométrie majorante sont enregistrés en mars ($b = 3,327$; $P < 0,02$), en avril ($b = 3,381$; $P < 0,01$) et en décembre ($b = 3,251$; $P < 0,01$). La croissance isométrique concerne tous les autres mois (Fig. 27, Tab. XXXIII, annexe).

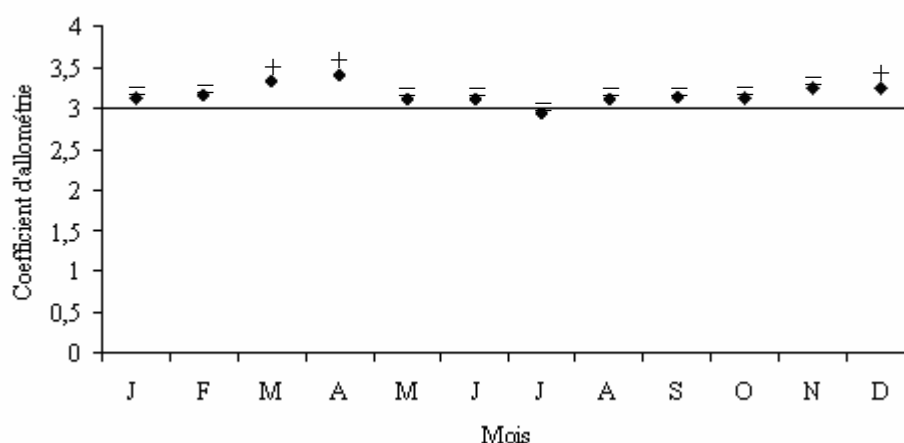


Figure 27. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez la population totale de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. + : allométrie majorante, = : isométrie.

Chez les femelles, la relation T-P est fortement corrélée ($0,931 \leq r \leq 0,991$; $P < 0,001$) (Fig. 28, Tab. XXXIV, annexe). La croissance est globalement majorante ($b = 3,29$; $P < 0,001$). Cinq cas d'allométrie majorante sont observés : en mars ($b = 3,382$; $P < 0,05$), en avril ($b = 3,348$; $P < 0,05$), en mai ($b = 3,366$; $P < 0,02$), en novembre ($b = 3,416$; $P < 0,05$) et en décembre ($b = 3,288$; $P < 0,001$). L'isométrie de croissance concerne les mois restants (janvier, février, juin, juillet, août, septembre, octobre).

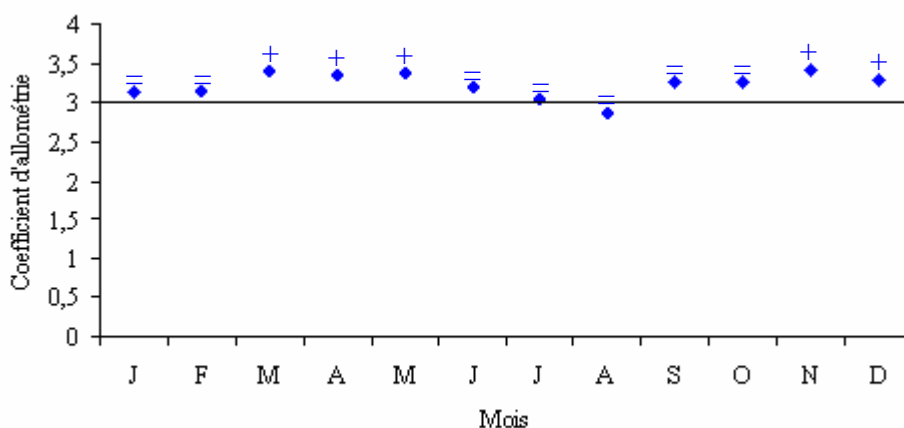


Figure 28. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les femelles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. + : allométrie majorante, = : isométrie.

Nous avons également noté l'existence d'une étroite relation liant le poids éviscéré à la longueur totale des mâles ($0,852 \leq r \leq 0,998$; $P < 0,001$). La croissance est globalement

isométrique ($b = 3,199$; $P < 0,001$) et mensuellement aussi. Aucun cas d'allométrie majorante n'a été observé (Fig. 29, Tab. XXXV, annexe).

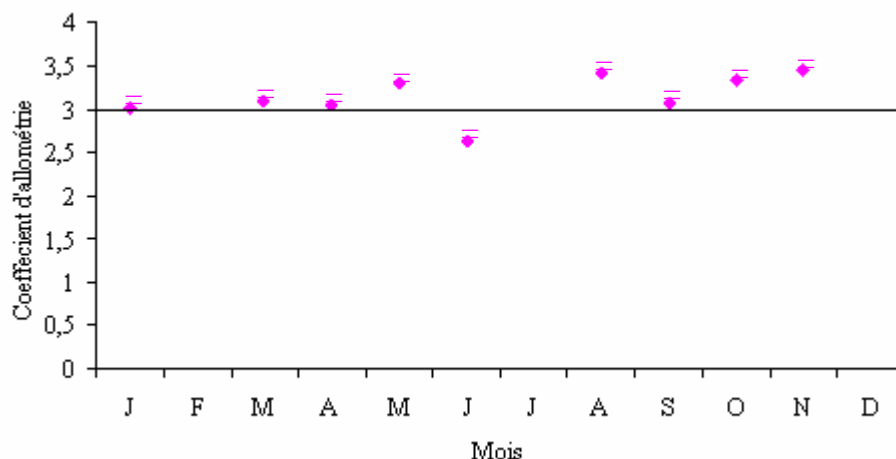


Tableau 29. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les mâles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. = : isométrie.

Les individus mâtures ($L_t \geq 19,3$ cm) présentent des coefficients de corrélation compris entre 0,936 et 0,998 (Fig. 30, Tab. XXXVI, annexe). La croissance est globalement majorante ($b = 3,269$; $P < 0,001$). Six cas d'allométrie majorante sont enregistrés en janvier ($b = 3,138$; $P < 0,001$), en mars ($b = 3,318$; $P < 0,05$), en avril ($b = 3,376$; $P < 0,01$), en mai ($b = 3,359$; $P < 0,001$), en novembre ($b = 3,433$; $P < 0,01$) et en décembre ($b = 3,288$; $P < 0,001$). L'isométrie concerne tous les autres mois.

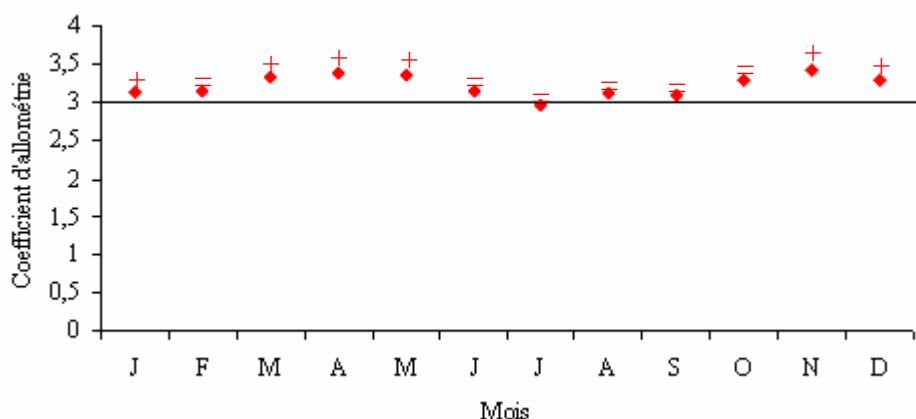


Figure 30. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-poids chez les individus mâtures de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. + : allométrie majorante, = : isométrie.

Chez les individus immatures la croissance est globalement isométrique ($b = 3,109$; $P < 0,001$) (Fig. 31, Tab. XXXVII, annexe). La relation relative est fortement corrélée ($0,838 \leq r \leq 0,997$, $P < 0,001$). Un seul cas d'allométrie majorante a été observé en novembre ($b = 3,203$; $P < 0,01$).

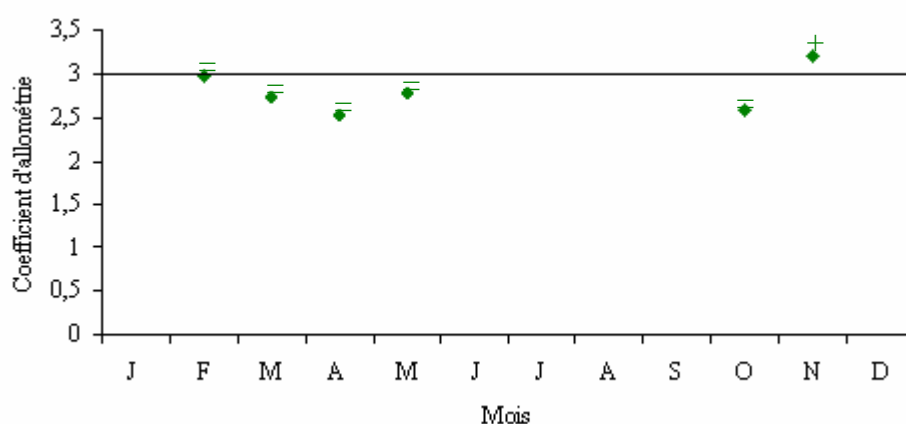


Tableau 31. Expression mathématique de la relation taille-poids chez les immatures de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. + : allométrie majorante, = : isométrie.

L'égalité de deux variances (F_{obs} entre les femelles et les mâles = 1,51 ; F_{obs} entre les mûres et les immatures = 1,32 ; $P < 0,01$) nous a permis de continuer le test tpe et tpo. La comparaison statistique de deux équations de régressions de la croissance relative par le test t de la pente (tpe) et le test t de position de deux droites (tpo), ne montrent aucune différence entre les deux sexes (tpe = 1,527 ; tpo = 0,92 ; $P < 0,01$) ainsi que pour les mûres et les immatures (tpe = 1,28 ; tpo = 1,021 ; $P < 0,01$). Donc il n'y a pas un dimorphisme sexuel.

2.3. Croissance pondérale absolue

Connaissant les principaux paramètres du modèle de Von Bertalanffy (L_{∞} , K et t_0) et le coefficient d'allométrie de la relation taille-poids ($b = 3,23$ pour la population totale, $b = 3,29$ pour les femelles et $b = 3,199$ pour les mâles), le modèle de la croissance pondérale absolue s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Chez la population totale: } Pe &= 633,466 [1 - e^{-0,52 (t+0,04)}]^{3,23} \\ \text{Chez les femelles: } Pe &= 541,140 [1 - e^{-0,58 (t+0,08)}]^{3,29} \\ \text{Chez les mâles: } Pe &= 948,064 [1 - e^{-0,33 (t+0,01)}]^{3,199} \end{aligned}$$

Les poids asymptotiques (P_{∞}) obtenus chez la population totale (633,46 g), les femelles (541,14 g) et les mâles (948,064 g) sont supérieurs aux poids maximums observés qui sont respectivement de 581,538 g, de 464 g et de 610,545 g.

Les valeurs du poids éviscéré théorique et l'accroissement annuel théorique correspondant à chaque âge pour la population totale, les femelles et les mâles sont indiqués dans le tableau XXXVIII (annexe).

Chez la population totale, l'accroissement pondéral est de 38,76 g durant la première année. Le gain pondéral triple au cours de la deuxième année (123,83 g) et atteint 140,38 g au cours de la troisième année. A partir de la quatrième année, ce taux commence à diminuer progressivement jusqu'à une valeur minimale de 32,91 g/an à l'âge de 7 ans. Le poids maximal théorique est de 582,78 g, une valeur proche de celle du poids maximum (581,53 g) (Fig. 32).

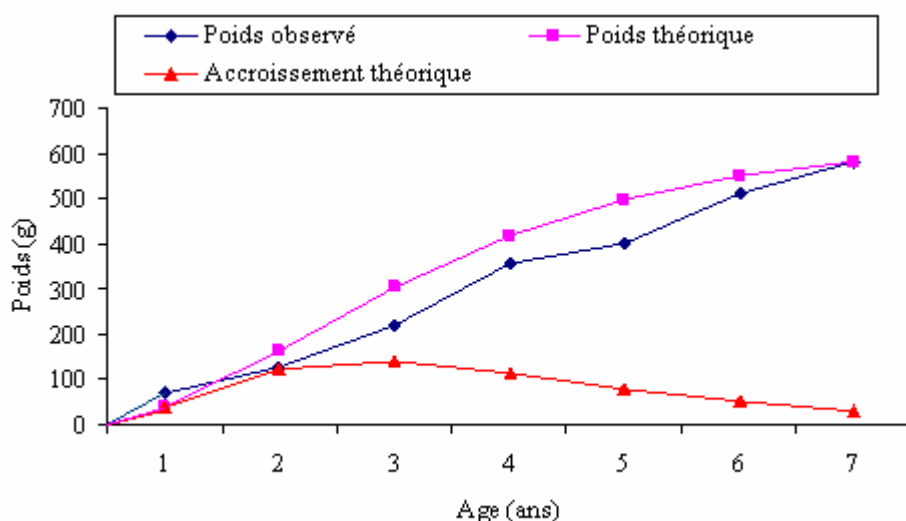


Figure 32. Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez la population totale de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

Le taux d'accroissement pondéral annuel chez les femelles est de 47,915 g durant la première année. Il augmente progressivement pour atteindre une valeur de 127,322 g au cours de la deuxième année. A partir de la troisième année, ce taux diminue progressivement jusqu'à une valeur minimale 21,12 g à l'âge de 7 ans. Le poids maximal théorique est de 513,38 g. Il est proche du poids maximum échantillonné qui est de 464 g (Fig. 33).

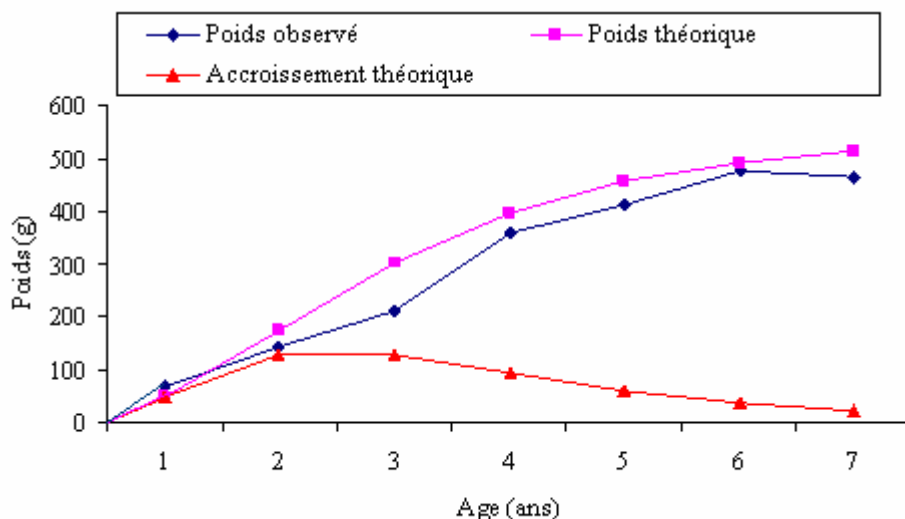


Figure 33. Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les femelles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

A un an, les mâles acquièrent un taux d'accroissement pondéral de 100,928 g puis de 137,17 g à la quatrième année. Ce taux diminue jusqu'à 87,192 g/an à l'âge de 7 ans. Le poids maximal théorique est de 686,781 g, une valeur proche de celle du poids maximum échantillonné qui est de 610,54 g (Fig. 34).

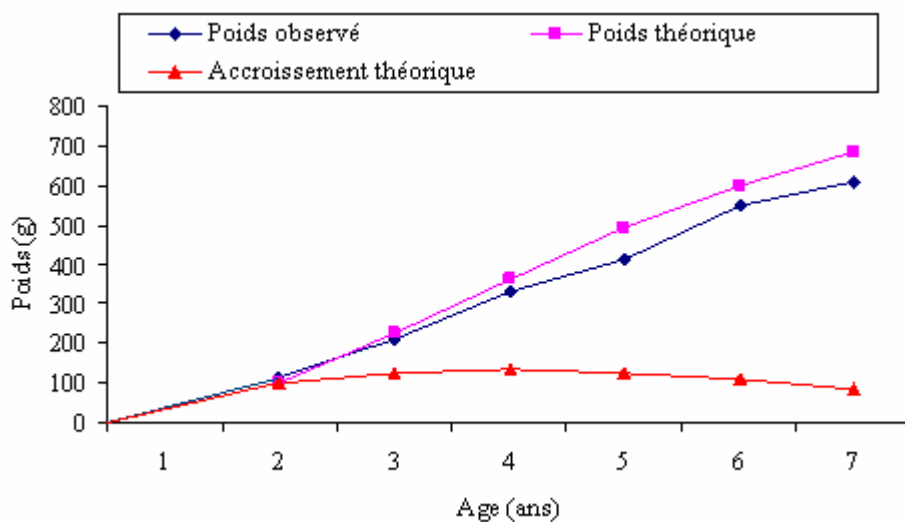


Figure 34. Croissance pondérale observée et théorique et accroissement annuel théorique chez les mâles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

4. DISCUSSION

Chez *S. cantharus*, l'âge a été déterminé essentiellement par les méthodes directes, soit à partir de la lecture des lignes hyalines (annulu) sur les écailles (méthode scalimétrique) (Perodou et Nedelec, 1982 ; Mennes, 1985 ; Balguerías, 1993 ; Dulcic et Kraljevic, 1996 ; Miranda, 1996 ; Gonçalves, 1998 ; Bradai *et al.*, 2001 ; Abecasis *et al.*, 2008), soit à partir des otolithes *sagittas* (méthode otolithométrique) (Gonçalves, 1998 ; Pajuelo et Lorenzo, 1999, 2004 ; Abecasis *et al.*, 2008). Dans le golfe d'Annaba, nous avons eu recours aux deux méthodes qui ont donné des résultats presque similaires pour la majorité des poissons examinés. La scalimétrie a donné un taux de réussite de 88% (355/380) contre 93% (376/403) pour l'otolithométrie.

Que ce soit à partir des écailles ou des otolithes, l'évolution de l'accroissement marginal met en évidence l'individualisation d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an. Son dépôt a lieu en période printanière et plus précisément en mars. Cette période coïncide d'une part, avec la période de reproduction qui se situe entre février et mai et, d'autre part, avec la baisse de la température des eaux du golfe d'Annaba qui avoisine les 16°C (Frehi *et al.*, 2007). Cette période de croissance ralentie, conditionnée en partie par la baisse de la température de l'eau est comparable à celle observée chez d'autres Sparidae marins et lagunaires, comme c'est le cas du bogue *Boops boops* (Girardin et Quignard, 1986 ; Livadas, 1989 ; Hassan, 1990 ; Khemiri *et al.*, 2005 ; El-Haweet *et al.*, 2005 ; Monteiro *et al.*, 2006 ; Abecasis *et al.*, 2008), de la daurade *Sparus aurata* (Kraljevic et Dulcic, 1996 ; Chaoui *et al.*, 2006) et du sparailon *Diplodus annularis* (Nouacer et Djebar, 2007).

L'existence d'une corrélation hautement significative entre la longueur totale du *S. cantharus* et le rayon de son écailles ($r = 0,856$) ou de son otolithe ($r = 0,858$), nous a permis d'effectuer un rétrocalcul des tailles aux différentes âges. La scalimétrie et l'otolithométrie peuvent être considérées comme des méthodes valides pour l'étude de la croissance de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. 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 apparaît les premiers écailles. La taille des grisets lors de l'apparition des premières écailles sur le corps de l'alevin est de 2,9 cm. Cette valeur est nettement supérieure à celle trouvée en utilisant les otolithes *sagittae* ($L_t = 1,7$ cm). D'ailleurs, elle nous semble être légèrement surestimée du fait que les otolithes apparaissent déjà dans l'œuf des poissons téléostéens (Geffen, 1983), contrairement aux écailles qui se forment sur le corps alors que le poisson a déjà une certaine taille. Dans le golfe de Gabès (Tunisie), Bradai *et al.*, (2001) trouvent que la taille de *S.*

cantharus à l'apparition de leurs premières écailles est de 1 cm ($r = 0,86$; $P < 0,001$; $N = 109$), une valeur bien au deçà de celle obtenue chez la population du golfe d'Annaba. Cette différence des valeurs dépend en partie de l'importance de la population échantillonnée et de la taille des individus. Dans notre cas, la longueur totale minimale mesurée sur la population échantillonnée est de 13,4 cm alors que la taille maximale mesurée est respectivement de 40 cm pour les mâles ($Pt = 1005$ g) et de 31,7 cm pour les femelles ($Pt = 524$ g). Bauchot et Hureau (1990) rapportent que la longueur standard de *S. cantharus* pourrait atteindre 60 cm pour un poids de 1220 g.

Les valeurs observées et théoriques de la longueur totale des poissons aux différents âges sont généralement proches et montrent que la croissance linéaire est parfaitement décrites par le modèle de Von Bertalanffy. Cependant, la croissance est limitée par des individus de 7 ans en raison des aléas de d'échantillonnage durant la période d'étude. La longueur asymptotique de la population totale ($L_{\infty} = 33,54$ cm) est supérieure à la longueur totale maximale observée ($L_t = 31,86$ cm). Il est de même pour celle des femelles ($L_{\infty} = 31,366$ cm) et des mâles ($L_{\infty} = 38,5$ cm) qui sont supérieures à la longueur totale maximal observée, soit respectivement de 29,79 cm et de 33,04 cm. Le tableau 12 compare les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy et l'indice de performance de croissance (ϕ) chez *S. cantharus* dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique.

Tableau 12. Comparaison des paramètres de Von Bertalanffy, de l'indice de performance de croissance (ϕ) chez *S. cantharus*, dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique. O: otolithométrie, S: scalimétrie.

Régions et auteurs	Méthode	L_{∞}	K	t_0	ϕ	Limites d'âge (ans)
Golfe de Biscaye (Perodou et Nedelec, 1980)	S	41,92	0,30	-0,56	2,72	-
Manche, Ouest (Perodou et Nedelec, 1982)		35,15	0,30	-0,81	2,57	-
Maroc (Mennes, 1985)		52,00	0,30	-0,00	2,91	-
Iles Canaries (Balguerías, 1993)		43,06	0,19	0,14	2,55	-
Mer Adriatique (Dulcic et Kraljevic, 1996)		47,70	0,18	-0,27	2,61	-
Manche (Miranda, 1996)		42,17	0,20	-1,41	2,55	-
Golfe de Gabès (Bradai <i>et al.</i> , 2001)		35,73	0,14	-1,425	2,26	1-6
Portugal, Sud-Ouest (Gonçalves, 1997)	S	35	0,32	-0,481	2,59	1-9
	O	40	0,24	-0,646	2,58	1-9
Iles Canaries (Pajuelo et Lorenzo, 2004)	O	43,35	0,24	-0,11	2,65	0-11
Portugal, Sud (Abecasis <i>et al.</i> , 2008)	O	30,32	0,26	-1,20	2,37	1-13
	S	34,48	0,21	-1,22	2,41	1-11
Golfe d'Annaba (Présente étude)	O	33,54	0,52	-0,04	2,76	1-7

La valeur K obtenue sur le littoral d'Annaba est relativement élevée (0,52) et celle de L_{∞} (33,54 cm) est comparativement faible. Ces 2 valeurs, plutôt différentes de celles obtenues

sur les côtes de l'Adriatique (Dulcic et Kraljevic, 1996), de la Méditerranée (Bradai *et al.*, 2001) et de l'Atlantique (Gonçalves, 1997 ; Pajuelo et Lorenzo, 1999, 2004 ; Abecasis *et al.*, 2008), ne considèrent que les sept premières années d'existence du poisson, période auquel la croissance est généralement rapide, ce qui implique une valeur surestimée de K . D'autre part, la longueur asymptotique L_{∞} n'a aucune valeur biologique puisqu'elle fluctue en fonction de la taille des individus examinés. Or, dans notre cas, les poissons âgés en fin de croissance sont absents dans nos prises. Par conséquent, il est difficile d'estimer l'âge maximum que *S. cantharus* est susceptible d'atteindre.

En appliquant l'indice de performance de croissance, nous obtenons chez les différentes populations échantillonnées des différences de croissance où les valeurs de ϕ varient entre 2,26 et 2,76 en Méditerranée et entre 2,37 et 2,91 en Atlantique. Dans l'Adriatique, Dulcic et Kraljevic (1996) enregistrent une valeur de 2,61. La croissance la plus performante est mise en évidence sur les côtes marocaines de l'Atlantique ($\phi = 2,91$) (Mennes, 1985) et dans le golfe d'Annaba ($\phi = 2,76$). Ces valeurs ne considèrent bien évidemment que les premières années du développement ontogénétique du poisson. Ces différences de la croissance de *S. cantharus* entre les différentes localités 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 intraspécifique, etc.). D'autre part, l'hypothèse des différences génétiques entre les populations de la Méditerranée et de l'Atlantique n'est pas à écarter et mérite d'être vérifiée au moyen de l'outil moléculaire.

La figure 35 et le tableau XXXIX annexé comparent la croissance linéaire théorique de *S. cantharus* dans quelques régions de la Méditerranée et de l'Atlantique. Durant les 5 premières années de vie, la longueur théorique de *S. cantharus* du golfe d'Annaba est toujours supérieure à celle observée dans les autres régions de la Méditerranée et de l'Atlantique. Avec les mêmes limites d'âge, la croissance linéaire la plus lente est enregistrée dans le golfe de Gabès en Tunisie (Bradai *et al.*, 2001). Au delà de la cinquième année, cette espèce semble croître plus rapidement autour des îles Canaries (Pajuelo et Lorenzo, 2004).

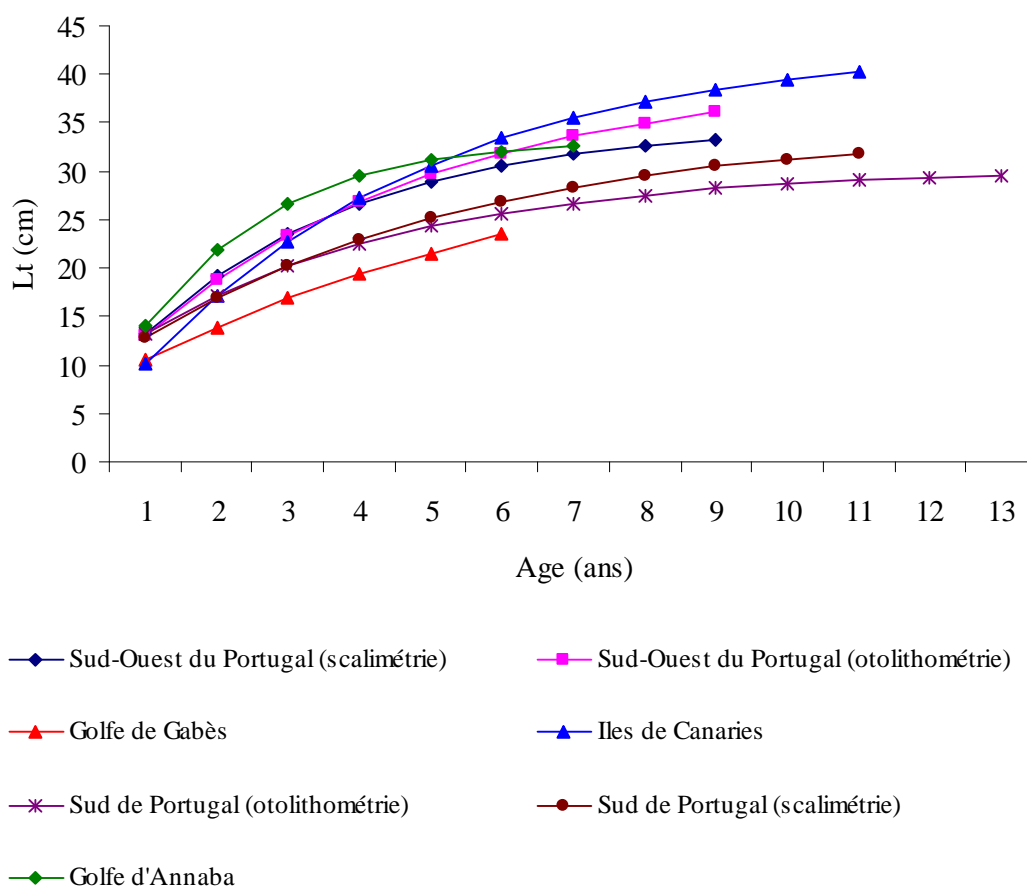


Figure 35. Croissance linéaire théorique de *S. cantharus* dans quelques régions de la Méditerranée et de l'Atlantique.

Le tableau 13 compare les coefficients d'allométrie obtenus dans les eaux méditerranéennes et atlantiques. L'exposant de 3,23 de l'équation taille-poids chez la population du golfe d'Annaba confirme la rapidité de la croissance pondérale comparée à celle en longueur (allométrie majorante). Cette valeur est proche de celle obtenue chez *S. cantharus* autour des îles Canaries (3,24) (Pajuelo et Lorenzo, 2004), mais elle est supérieure à celles acquises chez d'autres Sparidae habitant le golfe d'Annaba, comme c'est le cas chez *Diplodus annularis* ($b = 3,13$) (Nouacer et Djebar, 2007), *D. cervinus cervinus* ($b = 2,74$) (Derbal, 2007) et *Sparus aurata* ($b = 3,06$) (Chaoui *et al.*, 2006). Ceci se traduit donc par un meilleur embonpoint de *S. cantharus* comparés aux autres Sparidés du golfe d'Annaba.

La comparaison de la croissance relative chez les deux sexes a révélé qu'elle est majorante pour les femelles ($b = 3,29$; $P < 0,001$) et isométrique pour les mâles ($b = 3,199$). D'autre part, la croissance relative est meilleure chez les individus matures ($b = 3,269$; $P <$

0,001) que chez les immatures ($b = 3,109$), ces derniers ayant une croissance isométrique. Ceci serait dû à la différence 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.

Tableau 13. Comparaison de résultats de la relation taille-poids de *S. cantharus* dans les différentes régions méditerranéennes et atlantiques.

Régions et auteurs	Equations	b	r	N	Valeurs limites de Lt (cm)
Maroc (Mennes, 1985)	$W = 2,11.10^{-2}L^{3,000}$	3,000	-	-	-
Grèce (Petrakis et Stergiou, 1995)	$W = 3,39.10^{-2}L^{2,849}$	2,849	0,994	48	7,4 - 15,8
Sud-Ouest du Portugal (Gonçalves <i>et al.</i> , 1997)	$W = 1,16.10^{-2}L^{3,066}$	3,066	-	886	19 - 37
Sud -Ouest du Portugal (Gonçalves, 1998)	$W = 1,06.10^{-2}L^{3,085}$	3,085	0,943	-	14,3 - 33,5
Sud du Portugal (Gonçalves <i>et al.</i> , 1997)	$W = 1,79.10^{-2}L^{2,948}$	2,849	-	586	14,5 - 34,8
Grèce (Moutopoulos et Stergiou, 2000)	$W = 1,77.10^{-2}L^{2,951}$	2,951	0,984	53	12,6 - 39,6
Golfe de Gabès (Bradai <i>et al.</i> , 2001)	$Pe = 1,34.10^{-5}L^{3,019}$	3,019	0,985	384	-
Sud du Portugal (Santos <i>et al.</i> , 2002)	$W = 1,43.10^{-2}L^{3,00}$	3,00	0,993	381	13 - 30
Îles Canaries (Pajuelo et Lorenzo, 2004)	$W = 7,32.10^{-3}L^{3,247}$	3,247	-	-	8 - 40
Golfe d'Annaba (présente étude)	$Pe = 4,405.10^{-6}Lt^{3,23}$	3,23	0,956	501	13,4 - 40

5. CONCLUSION

L'âge de *S. cantharus* du golfe d'Annaba a été déterminé par la méthode otolithométrique et scalimétrique. Le suivi temporel de l'allongement marginal à partir des écailles ou des otolithes montre l'individualisation d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an. Son dépôt a lieu en mars durant la période de reproduction. Une étroite relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de son écaille ou de son otolithe ont été mis 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 correspondant à 2,949 cm. Toutefois, la valeur de 1,7 cm obtenue à partir des otolithes sagittae nous semble surestimée du fait que les otolithes apparaissent déjà dans l'œuf des poissons.

La longueur asymptotique (L_{∞}) de la population totale est égale de 33,545 cm ($K = 0,52$; $t_0 = -0,04$) et celui des femelles est de 31,366 cm ($K = 0,58$; $t_0 = -0,08$), alors que celui des mâles est de 38,5 cm ($K = 0,33$; $t_0 = -0,01$). La longueur asymptotique des mâles est supérieure à celle des femelles.

Les valeurs observées et théoriques de la croissance linéaire sont proches, ce qui indique une bonne description de la croissance de *S. cantharus* par le modèle classique de Von Bertalanffy. La croissance linéaire de ce sparidé est plus importante durant la première année (14 cm). Ensuite, le taux d'accroissement annuel baisse progressivement à 7,92 cm à deuxième année, à 4,7 cm à la troisième année, à 2,8 cm à la quatrième année pour atteindre à peine 0,58 cm chez les individus les plus âgés (7 ans).

La croissance relative du *S. cantharus* est globalement majorante sur les côtes Est algériennes. Elle est majorante chez les femelles et isométrique chez les mâles. La croissance relative est majorante chez les mâturs ($b = 3,269$; $P < 0,001$) et isométrique chez les immatures ($b = 3,109$). Ceci serait dû aux habitudes alimentaires qui diffèrent entre les individus âgés et ceux de petite taille ou au fait que les individus mâturs mobilisent plus de réserves énergétiques pour les besoins de la reproduction.

Le poids asymptotique de la population totale (P_{∞}) est égal de 633,46 g. Celui des mâles est nettement supérieure (948 g) à celui des femelles (541 g). Le taux d'accroissement pondéral de la population totale est de 38,76 g durant la première année. Le gain pondéral augmente progressivement à 123,83 g à l'âge de 3 ans et atteint une valeur minimale de 32,91 g à l'âge de 7 ans.

Durant les cinq premières années de son existence, la longueur théorique de *S. cantharus* du golfe d'Annaba est meilleure que celle obtenue dans d'autres régions de la Méditerranée et de l'Atlantique.

CHAPITRE IV : REPRODUCTION

CHAPÎTRE IV : REPRODUCTION

1. INTRODUCTION

Les poissons constituent un matériel biologique de choix pour aborder les problèmes de la biologie et de la physiologie de la reproduction. Bien que le gonochorisme soit la règle générale chez la majorité des téléostéens, il existe des groupes de poissons qui passent au cours de leur développement par une phase transitoire d'intersexualité. Ils sont alors qualifiés d'hermaphrodites. L'hermaphrodisme est le caractère principal de la famille des Sparidés qui empruntent divers modes de reproduction (Sadovy et Shapiro, 1987 ; Buxton et Garratt, 1990 ; Devlin et Nagahama, 2002), qui peuvent être exprimés par l'hermaphrodisme successif (protandrique ou protogyne) (Sadovy et Shapiro, 1987) ou par l'hermaphrodisme rudimentaire, appelé aussi gonochorisme tardif (Buxton et Garratt, 1990).

L'expression de la reproduction chez la majorité des Sparidés est complexe et son interprétation reste difficile (Devlin et Nagahama, 2002). Toutefois, cette information est nécessaire et ne peut être négligée pour une meilleure estimation quantitative du stock disponible.

Chez la dorade grise *S. cantharus*, la reproduction a fait l'objet d'un certain nombre d'études dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique (Perodou et Nedelec, 1980 ; Soletchnik, 1983 ; Quéro, 1984 ; Bauchot et Hureau, 1986 ; Riedl, 1986 ; Fischer *et al.*, 1993 ; Balguerias *et al.*, 1993 ; Gonçalves et Erzini, 2000). Sur le littoral Est algérien, la biologie et la physiologie de la reproduction n'ont été étudiées que chez les genres *Diplodus* (Nouacer *et al.*, 2007 ; Derbal, 2007), *Sparus* (Chaoui *et al.*, 2006) et *Pagellus* (Lechhab, 2007). Le cycle sexuel et la fécondité sont abordés pour la première fois chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

2. MATERIEL ET METHODES

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: $SR = [\text{nombre de mâles} / (\text{nombre des mâles} + \text{nombre des femelles}) \times 100]$. L'écart des valeurs observées de la 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:

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

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 α 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'échelle de maturation des gonades utilisée pour *S. cantharus* est celle de Buxton (1990). Elle tient compte de leur coloration, de leur consistance, de l'importance de la vascularisation superficielle, de l'épaisseur et de la transparence de la paroi ovarienne (possibilité d'observer les œufs par transparence), de la forme et du volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale (Tab. 14).

Tableau 14. Echelle de maturation des gonades (d'après Buxton, 1990).

Stades	Aspect morphologique de la gonade	
	Femelles	Mâles
Stade I : immatures	Ovaires rudimentaires, allongés et de couleur orange transparent.	Testicules rudimentaires, transparents et de couleur blanche.
Stade II : développement des gonades	Ovaires développés, de couleur jaune orange, œufs visibles à l'œil nu.	Testicules volumineux et blanchâtres. Le sperme est obtenu par simple pression de la gonade.
Stade III : maturation	Ovaires très larges, de couleur jaune. Œufs translucides visibles dans le tissu ovarien.	Testicules très volumineux et blanchâtres mais souvent devenant rosâtres lorsque la saison de reproduction se rapproche. Présence du sperme dans le spermiducte.
Stade IV : post-ponte	Ovaires moins volumineux, flasques et réduits.	Réduction du volume testiculaire, couleur gris rosâtre. Présence du sperme dans le conduit.

2.3. Rapport gonado-somatique

Ce rapport est défini par Bougis (1952) comme étant "égale à cent fois le poids des gonades divisé par le poids éviscéré du corps". Il exprime le poids des gonades en pourcentage du poids corporel. On peut utiliser le poids du poisson plein ou le poids du poisson éviscéré, mais celui-ci a l'avantage d'éliminer les biais d'erreurs dus au poids des gonades et du contenu du tube digestif qui sont variables en fonction des individus et de leur période de capture. Il exprime comme suit :

$$\text{RGS} = (\text{Poids des gonades} / \text{poids éviscéré du poisson}) \times 100.$$

Le RGS peut être considéré comme un véritable coefficient de maturation (Lahaye, 1979), dont la représentation graphique traduit correctement les différentes étapes de la maturation des gonades.

2.4. Rapport hépato-somatique

Chez les poissons, la gamétogenèse nécessite un apport important d'énergie que les espèces qualifiées de « maigres » stockent dans le foie sous forme de lipides essentiellement (Hoar, 1957 ; Bertin, 1958), et les espèces qualifiées de « grasses » stockent au niveau des muscles. Le rapport hépato-somatique est égale à cent fois le poids du foie divisé par le poids éviscéré du poisson (Bougis, 1952) :

$$\text{RHG} = (\text{poids du foie} / \text{poids éviscéré du poisson}) \times 100.$$

Il constitue une source d'informations intéressantes sur le métabolisme lipidique. En effet, ce dernier subit des variations en relation avec le cycle sexuel qui exige, surtout chez les femelles, le transfert de réserves lipidiques vers les gonades.

2.5. Adiposité

Chez les Perciformes, la teneur en lipides est faible et constante dans les muscles mais varie considérablement au niveau du tissu périspinal (Barnabé, 1976). 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 gras.
- Unité 1 : présence de quelques cordons gras des anses intestinales.
- Unité 2 : abondance de cordons gras le long de l'intestin qui reste toutefois visible.
- Unité 3 : les cordons deviennent épais et dissimulent complètement l'intestin.

2.6. Taille à la première maturité sexuelle

La taille à la maturité sexuelle est un paramètre essentiel en dynamique des populations, car il permet de connaître la contribution des poissons de petite taille au phénomène de reproduction. Aussi, pour l'exploitation rationnelle d'un stock ichthyologique, elle constitue 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. Pour estimer la taille à la première maturité sexuelle (L_m), nous avons calculé, pour chaque classe de 2 cm, le pourcentage d'individus mûrs par rapport au nombre des individus de la classe de taille. Sur le tracé des variations du pourcentage de ces adultes en fonction de la longueur, la parallèle à l'axe des « y » d'ordonnée 50% coupe la courbe en un point dont l'abscisse est « L_m ». L'intervalle de maturité sexuelle « L_m » peut être défini comme l'intervalle de taille de taille correspondant à la transformation pubère. Sa limite inférieure est la taille pour laquelle il y a au moins 25% d'immatures et sa limite supérieure est celle pour laquelle il y a au moins 75 % d'adultes (Loubens, 1980).

2.7. Coefficient de condition ou l'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 états 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 : poids éviscéré (en grammes).

L_t : longueur totale (en centimètres).

Cette formule implique une croissance isométrique, or chez *S. cantharus* de la région d'Annaba la croissance est allométrique. Par conséquent, la formule de K devient :

$$K = (P_t / L_t^b) \times 100$$

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 la population totale, chez les mâles, chez les femelles, chez les individus matures et immatures.

2.8. Analyse statistique

Pour comparer statistiquement les valeurs moyennes du RGS, RHS, de l'adiposité et de K, nous avons utilisé l'ANOVA et le test de comparaison des moyennes deux à deux (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 les mêmes, ce qui indique que les valeurs moyennes sont égales. On a comparé aussi les valeurs moyennes de RGS, de poids des gonades, RHS et de poids des foies des femelles par rapport à celles des mâles on utilisant le test t de deux échantillons (Minitab.13.2) (Anonyme, 2000).

2.9. Fécondité

Selon Aboussouan et Lahaye (1979), la fécondité peut être définie comme étant le « nombre d'ovocytes destinés à la ponte ». La fécondité absolue est définie par Bagenal (1966), comme étant « le nombre d'œufs mûrissant chez une femelle juste avant la ponte ». Aboussouan et Lahaye (1979) précisent que c'est « le nombre d'ovocytes destinés à la ponte ». Dans l'ovaire en pré-ponte (juste avant l'émission des œufs), le nombre d'ovocytes du dernier mode constitue la fécondité partielle individuelle. Si l'espèce pond plusieurs fois (ponte fractionnée), on parlera de fécondité totale individuelle qui est alors égale à la fécondité partielle multipliée par le nombre de pontes.

Pour les poissons des mers tempérées et froides, à une seule saison de ponte, les fécondités partielle et totale sont identiques et correspondent au concept de fécondité absolue de

Bagenal. Cependant, la fécondité relative individuelle est le rapport de la fécondité absolue au poids du corps (Anonyme, 1975).

La méthode d'étude de la fécondité absolue individuelle est celle de « l'échantillonnage par volume » utilisée par de nombreux auteurs (Bagenal, 1968; Kara, 1997). Des ovaires mûrs (stade III de Buxton, 1990) prélevés sur 23 femelles ($24 < Lt < 30,6$ cm ; $203 < Pt < 482$ g), ont été étudiés.

Sur chaque ovaire, une fraction d'ovaire est prélevée et pesée au centième de grammes près. Elle est ensuite conservée dans une solution neutralisée de formol à 5 %. Ce produit, qui donne de meilleurs résultats par rapport au liquide de Gilson (Bouaïn, 1977), permet de dissocier le tissu conjonctif de l'ovaire et d'isoler ainsi les ovocytes, indispensables pour les comptages ultérieurs. Le milieu est renouvelé tous les 10 jours environ pour favoriser la dissociation des ovocytes. Cette dernière peut être accélérée par une agitation fréquente des échantillons stockés dans des piluliers.

Après séparation du stroma, les ovocytes sont lavés avec de l'eau douce pour éliminer l'excédant de formol et les détritux concentrés dans le surnageant. Les oeufs sont alors dilués dans un litre d'eau. Une homogénéisation manuelle de la colonne de liquide est nécessaire avant d'effectuer un sous-échantillonnage de 1ml à l'aide d'une pipette graduée. Ce sous-échantillon est ensuite compté dans une cuve de Dolfuss. La mesure du diamètre des ovocytes est réalisée à l'aide d'un microscope muni d'un micromètre. Cette opération est reprise 3 fois pour un même prélèvement d'ovaire. La fécondité individuelle absolue est déterminée suivant la formule de Le Bec (1985):

$$F = n (Vd / Vse) \times (Pg / Pe)$$

Où:

n: moyenne des trois sous-échantillons.

Vd : Volume de dilution (ml).

Vse : volume d'un sous-échantillon (ml).

Pg : poids des ovaires (g).

Pe : poids de l'échantillon d'ovaire (g).

Par la méthode de l'axe majeur réduit (droite de régression de Tessier), la fécondité absolue (Fa) est exprimé en fonction de la longueur totale du poisson (Lt), de son poids total (Pt), de son poids somatique (somatique = poids total – poids des gonades) (Ps) et du poids des gonades. Cette méthode permet de retrouver la valeur de la fécondité à partir des caractéristiques métriques et pondérales des femelles.

L'existence d'une relation linéaire entre la fécondité absolue et le poids somatique du poisson permet de calculer la fécondité relative (Fr), définie comme le nombre d'œufs susceptibles d'être pondus par unité de poids frais.

3. RESULTATS

3.1. Sex-ratio

La population échantillonnée est structurée comme suite : 333 femelles (66,46%), 52 mâles (10,37%), 57 immatures (11,37%) et 59 hermaphrodites (11,77%). La sex-ratio moyenne déterminée sur un cycle annuel est égale à 15,31%. Il est toujours en faveur des femelles ($\chi^2 = 207,09$; $P \leq 0,001$) (Tab. 15), que se soit en période de reproduction (SR = 14,01%) ou hors période de reproduction (SR = 17,04%) (Tab. 16).

Tableau 15. Structure de la population de *S. cantharus* échantillonnée dans le golfe d'Annaba.

Sexe	Femelles	Mâles	Immatures	Hermaphrodites	Total	Sex-ratio
Effectif	333	52	57	59	501	15,31%
Fréquence	66,46	10,37	11,37	11,77	100	

Tableau 16. Sex-ratio de *S. cantharus* du golfe d'Annaba en période de reproduction et hors période.

Période	Femelles	Mâles	Total	Sex-ratio	χ^2
Période de reproduction (février - mai)	157	22	179	14,01%	101,81*
Hors période (juin - janvier)	176	30	206	17,04%	103,47*

Les variations de la sex-ratio (SR) en fonction des saisons sont représentées par la figure 36 et le tableau XXXX annexé. L'évolution des proportions numériques des différents sexes en fonction des saisons montre une dominance des femelles au cours des 4 saisons ($3,57 \leq SR \leq 27,41\%$; $P \leq 0,001$), notamment en période printanière qui coïncide avec l'apogée de la gamétogenèse (SR = 18,18 ; $\chi^2 = 68,33$; $P \leq 0,001$). La proportion des individus hermaphrodites est élevée en automne (F = 30,70%) et nulle en période de reproduction.

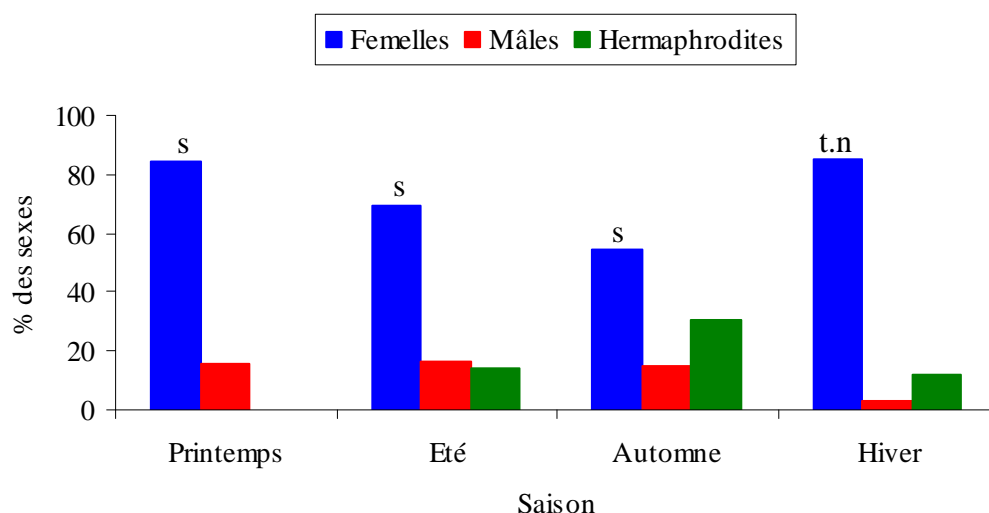


Figure 36. Structure de la population de *S. cantharus* du golfe d'Annaba en fonction des saisons. (s : sex-ratio en faveur des femelles; t.n : test de la sex-ratio non valide puisque le nombre des mâles est inférieur à 5).

Le tableau 17 montre les variations de la sex-ratio en fonction de la taille. Malgré les faibles effectifs des mâles, nous supposons qu'elle est en faveur des femelles dans les catégories de tailles comprises entre 17 et 31 cm. Dans la classe [29-31]cm, la sex-ratio est supposée être constante ($\chi^2_{\text{obs}} = 3,85$), mais on peut présumer que la proportion des femelles dominant aussi. Au-delà, les mâles prennent l'avantage et sont représentés par des individus de grande taille.

Tableau 17. Variations de la sex-ratio en fonction de la taille de *S. cantharus* (CC : classes de tailles; *** : valeur significative au risque d'erreur 0,1% ; n.s : non significative).

CC (cm)	Femelles	Mâles	Sex-ratio	χ^2_{obs}
[17-19[	1	-	-	-
[19-21[	52	5	9,615	38,75***
[21-23[	83	6	7,22	66,61***
[23-25[	79	3	3,79	-
[25-27[	57	3	5,26	-
[27-29[	43	4	9,30	-
[29-31[	15	6	40	3,85 n.s
[31-33[	3	11	27,27	-
[33-35[	-	8	-	-
[35-37[	-	4	-	-
[37-39[	-	1	-	-
[39-41[	-	1	-	-

Lorsqu'on examine la distribution mensuelle des sexes (Fig. 37, Tab. XXXXI, annexe), une prédominance de femelles s'observe durant toute l'année ($2,27 \leq SR \leq 36,36\%$). Les individus hermaphrodites sont toujours présents sauf en période printanière, entre mars et mai, où ils sont absents dans les prises. Les mâles sont capturés en quantités limitées sauf en février où ils sont absents.

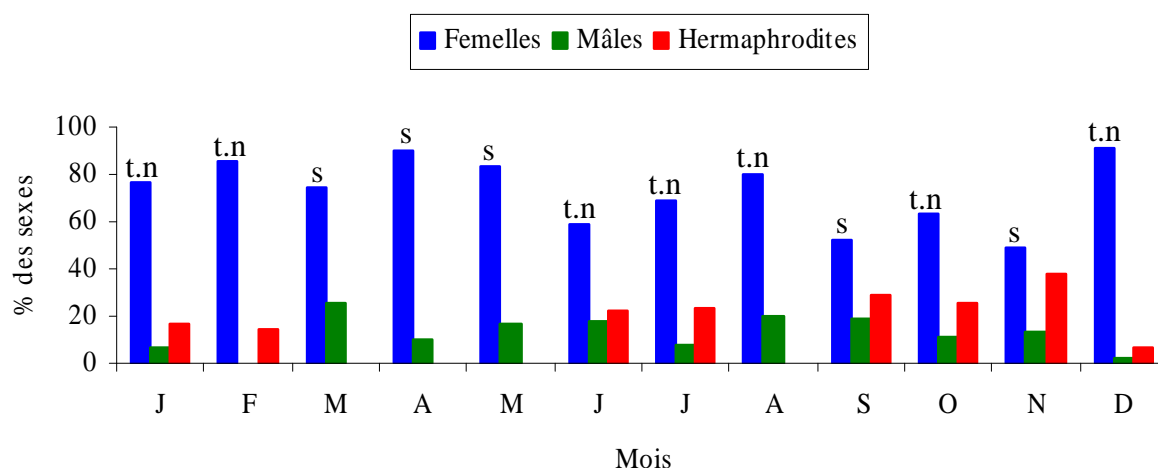


Figure 37. Evolution mensuelle de la structure de la population de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. (t.n : test non valide puisque le nombre des mâles est inférieur à 5 ou pas des individus mâles ; s : sex-ratio en faveur des femelles).

3.2. Evolution des sexes en fonction de la taille

L'évolution des différents sexes en fonction de la taille des poissons (Fig. 38, Tab. XXXXII, annexé) montre que la proportion des femelles dominant nettement dans les catégories de tailles comprises entre [17-19 cm].

La dominance des mâles est remarquée dans les classes de tailles supérieures à 31 cm avec un taux compris entre 68,75% et 100% dans la classe de taille [35-37 cm].

Les hermaphrodites sont présents avec des fréquences qui varient entre 4,54% et 18,96% dans les classes de tailles comprises entre [19-21]cm et [33-35]cm.

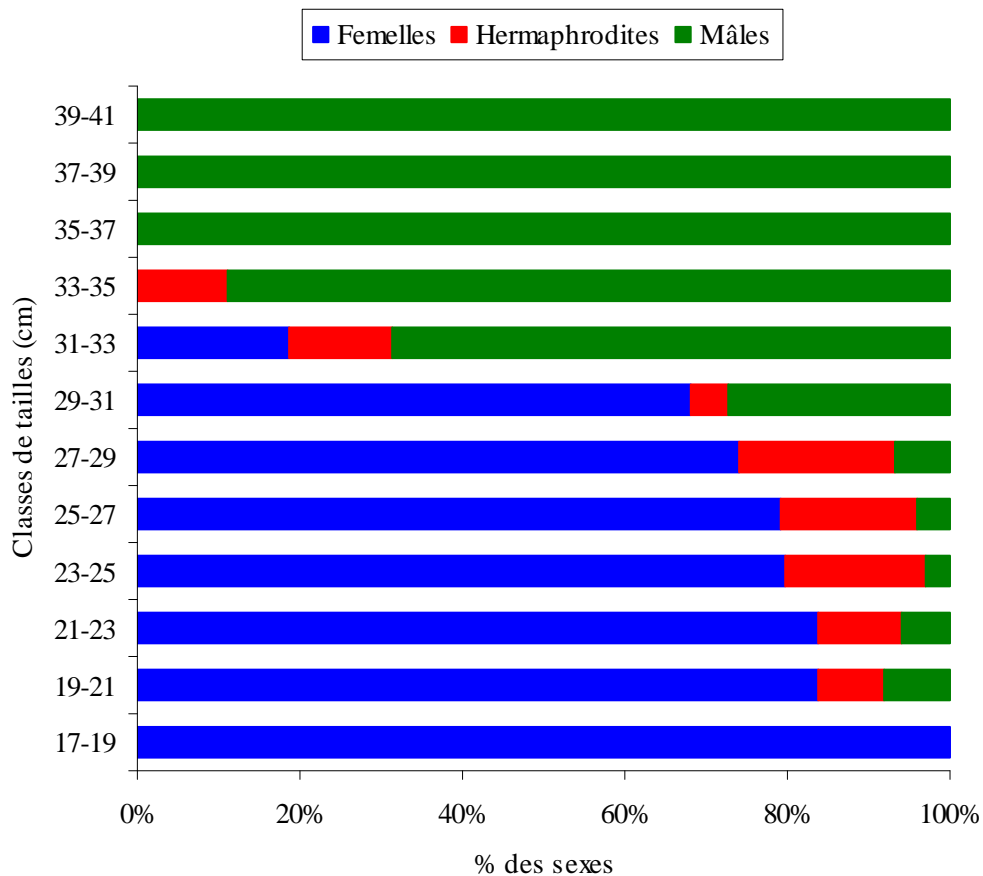


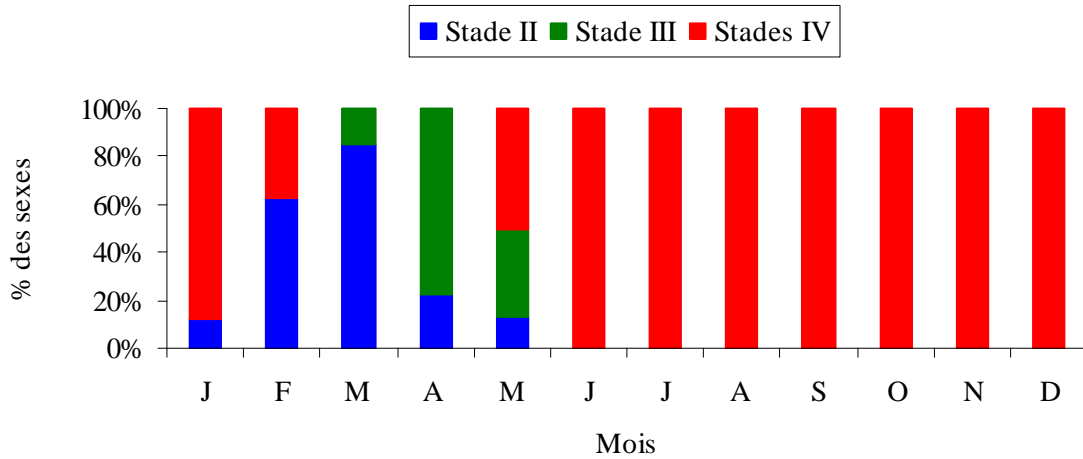
Figure 38. Evolution des sexes en fonction de la taille de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

3.3. Stades de maturation

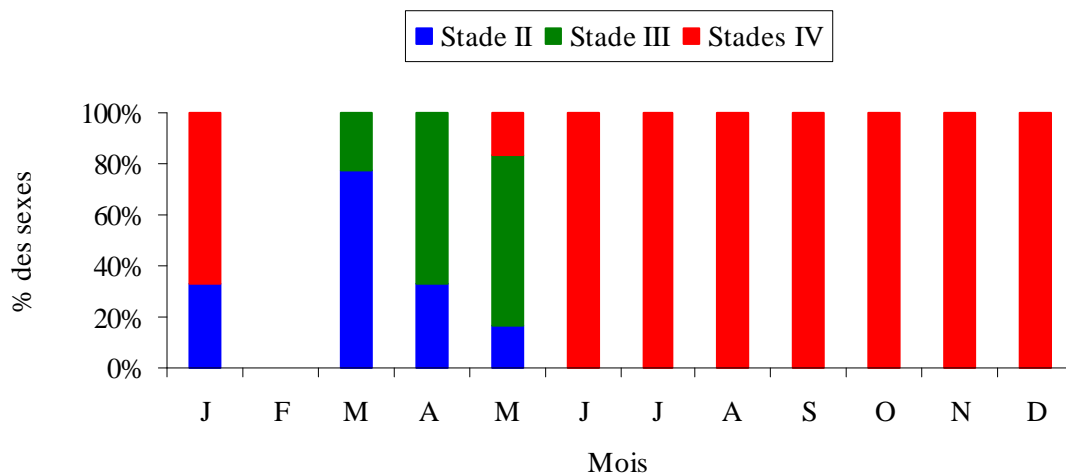
La figure 39 (A, B) et le tableau XXXXIII annexé, faisant abstraction des mois de janvier à décembre où les gonades sont en cours de maturation, présentent la succession et la répartition des différents stades macroscopiques des gonades (stades II, III et IV de l'échelle de Buxton, 1990). Ces résultats s'accordent parfaitement avec l'évolution du RGS.

Chez *S. cantharus*, la gamétogénèse débute en janvier où l'on observe les premiers signes de maturation gonadique. Quelques ovaires (femelles : 12,5%) et testicules (mâles : 33,33%) sont au stade II. En février, environ 62% des ovaires examinés sont à ce stade. La maturation atteint son apogée en mars où les gonades sont complètement développées. En avril, 77,5% des femelles présentent des ovaires granuleux (stade III), prêtes à émettre leurs gamètes (Fig. 40), alors que la majorité des mâles sont spermiantes (stade III : 66,66%). Au cours de cette période, on observe toujours des individus au stade II (femelles : 22,5% ; mâles : 33,33%). En mai, le stade IV apparaît (femelles : 50% ; mâles : 16,66%), mais les stades II et III sont toujours présents pour les deux sexes (femelles : stade II = 13,33%, stade

III = 36,66% ; mâles : stade II = 16,66%, stade III : 66,66%). Le stade IV est de longue durée chez les deux sexes puisqu'il se prolonge de juin à décembre où le repos sexuel concerne la totalité de la population observée (100%).



(A)



(B)

Figure 39. Répartition mensuelle des différents stades de maturation des gonades (stade II, III et IV de l'échelle de Buxton, 1990) chez les femelles (A) et les mâles (B) de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

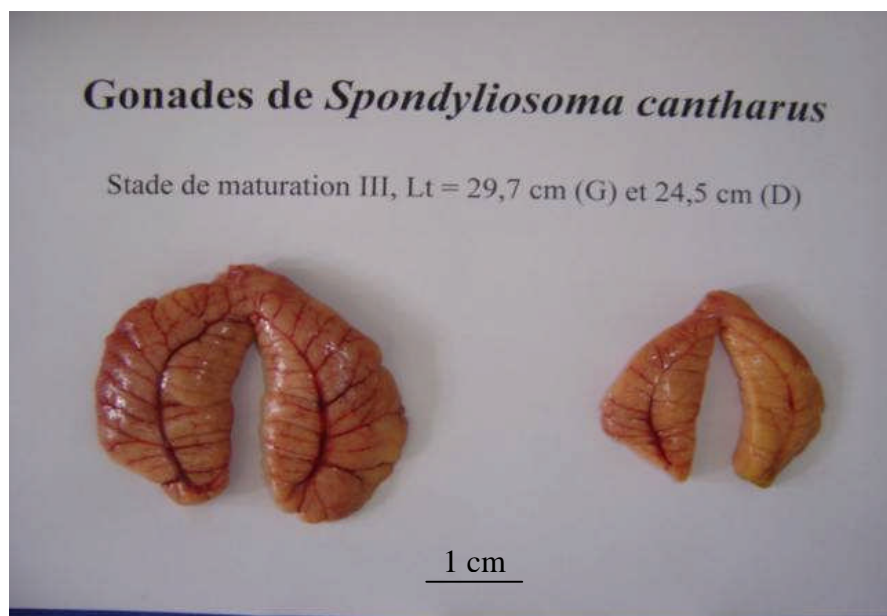


Figure 40. Photo montrant des ovaires murs de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (stade III).

3.4. Rapport gonado-somatique

L'évolution mensuelle du RGS (Fig. 41 ; Tab. XXXXIV, annexe) a une tendance similaire aussi bien pour la population totale que pour les deux sexes. En effet, la maturation des produits génitaux débute en février (population totale : $1,32 \pm 0,59$; femelles : $1,07 \pm 0,59$; absence de mâles), et se poursuit jusqu'en avril (population totale : $14,53 \pm 12,07$; femelles : $15,14 \pm 12,88$; mâles : $10,57 \pm 1,43$). Une chute du RGS est observée en mai pour atteindre une valeur proche de 0 en juin (population totale : $0,313 \pm 0,13$; femelles : $0,366 \pm 0,055$; mâles : $0,124 \pm 0,045$). Les valeurs restent insignifiantes jusqu'en janvier.

L'application de l'ANOVA montre l'existence d'une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes du RGS (F_{obs} de la population totale = 5,36 ; F_{obs} des femelles = 4,47 ; F_{obs} des mâles = 6,22 ; $P \leq 0,001$). Le test de comparaison des moyennes deux à deux montre d'autre part que les valeurs moyennes obtenues en février, mars, avril et mai sont différentes par rapport à celles des autres mois. Ces différences concernent aussi bien la population totale que les deux sexes (Fig. 41 ; Tab. XXXXV, annexe). Enfin, le test t de deux échantillons montre aussi que les poids moyens des gonades et la valeur moyenne mensuelle du RGS chez les femelles ne sont pas significativement différentes de celles des mâles (Fig. 42, 43 ; Tab. XXXXVI, XXXXVII, annexe).

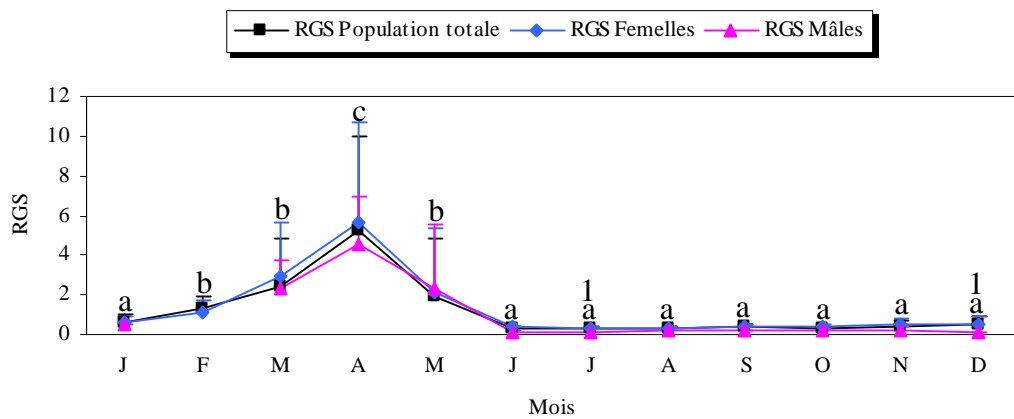


Figure 41. Evolution mensuelle du RGS chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les différents points (la couleur noire des lettres pour les femelles, les mâles et la population totale) (1 = un seul individu mâle).

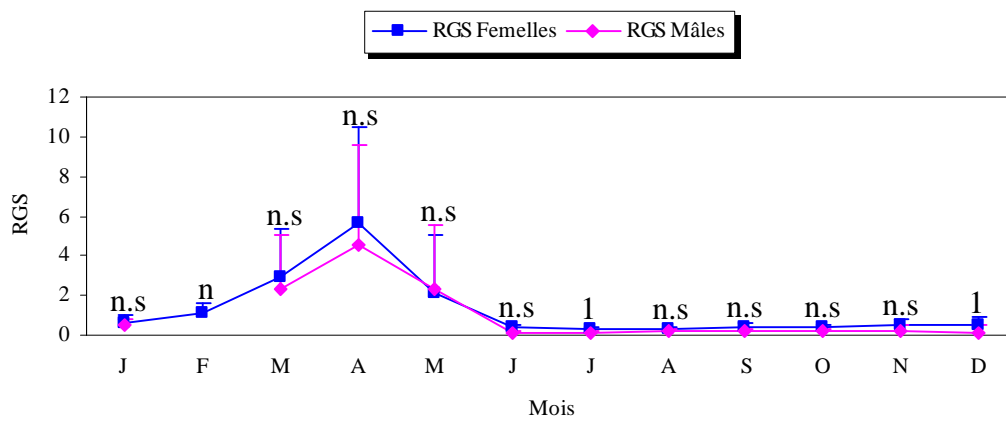


Figure 42. Comparaison statistique du RGS entre les deux sexes. (n.s : pas de différence entre les deux sexes; n : test non valide entre les deux sexes puisqu'il y a pas des individus mâles ; 1 : test non valide puisqu'il y a un seul individu mâle).

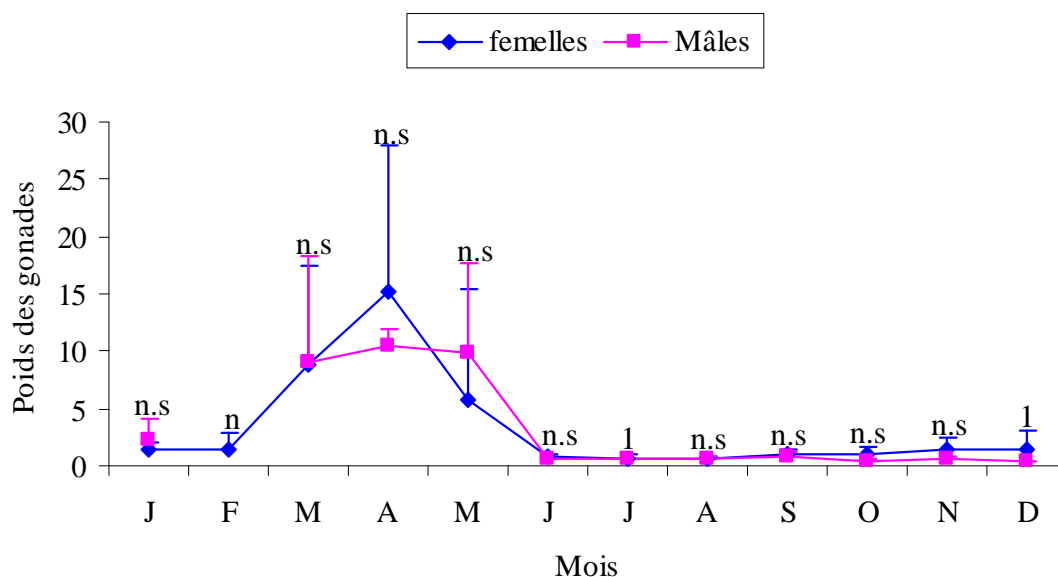


Figure 43. Comparaison statistique de poids des gonades entre les deux sexes. (n.s : pas de différence entre les deux sexes ; n : test non valide entre les deux sexes puisqu'il y a pas des individus mâles ; 1 : test non valide entre les deux sexes puisqu'il y a un seul individu mâle).

3.5. Rapport hépato-somatique

Le RHS (Fig. 44, Tab. XXXXVIII, annexe) augmente progressivement à partir de janvier jusqu'à mars où il atteint sa valeur maximale de $5,40 \pm 1,47$ (femelles : $5,28 \pm 1,40$; mâles : $6,16 \pm 1,93$). Ensuite, il chute brusquement pour atteindre une valeur minimale en août (population totale : $0,54 \pm 0,25$; femelles : $0,54 \pm 0,27$; effectif faible pour les mâles). Une reprise du RHS est observée à partir de septembre pour les femelles et la population totale mais à partir du mois d'août pour les mâles. Le pic de RHS est atteint un mois avant celui du RGS.

Le test de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs moyennes de RHS (F_{obs} de la population totale = 4,97 ; F_{obs} des femelles = 4,99 ; F_{obs} des mâles = 4,81 ; $P \leq 0,001$). La valeur obtenue en mars est différente des autres valeurs que ce soit pour la population totale, les femelles ou les mâles (Fig. 44 A, B ; Tab. XXXXIX, annexe).

Le test t paramétrique de deux échantillons montre que les valeurs moyennes du RHS de mars ($5,28 \pm 1,4$) et de juin ($0,85 \pm 0,59$) obtenues chez les femelles sont différentes de celles trouvées chez les mâles (mars : $6,1 \pm 1,93$; juin : $1,89 \pm 0,34$). Les valeurs pondérales moyennes des foies obtenues en mars ($4,18 \pm 2,78$ g) et en juin ($1,94 \pm 1,98$ g) chez les

femelles sont différentes que celles trouvées chez les mâles (mars : $7,27 \pm 2,22$; juin : $3,37 \pm 1,32$ g), ce qui signifie que le foie des mâles en cette période est plus lourd que celui des femelles. Aucune différence n'a été décelée entre les deux sexes pour les mois restants (Fig. 45, 46 ; Tab. L, LI, annexe).

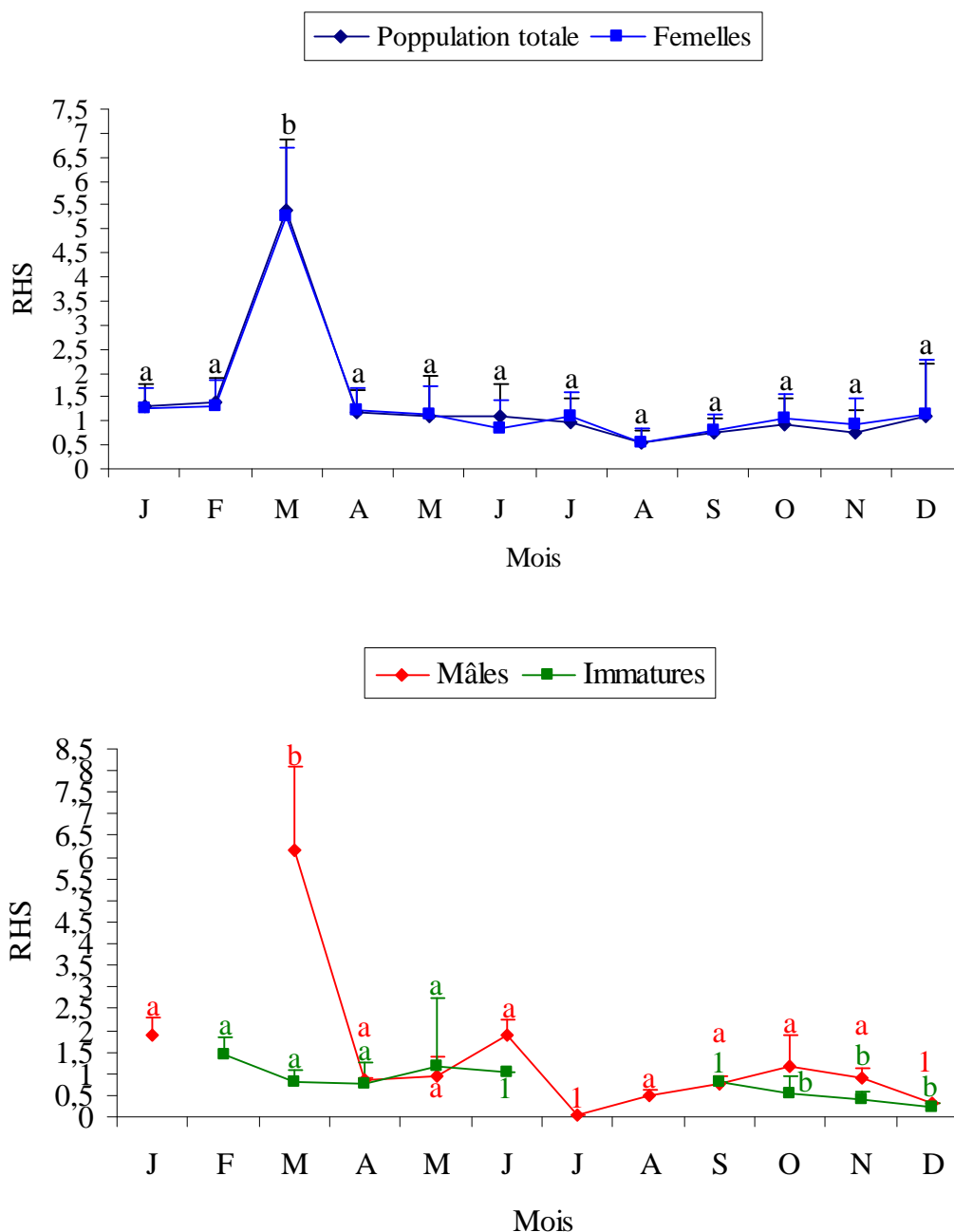


Figure 44. Evolution mensuelle du RHS chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points (l = un seul individu, test non valide).

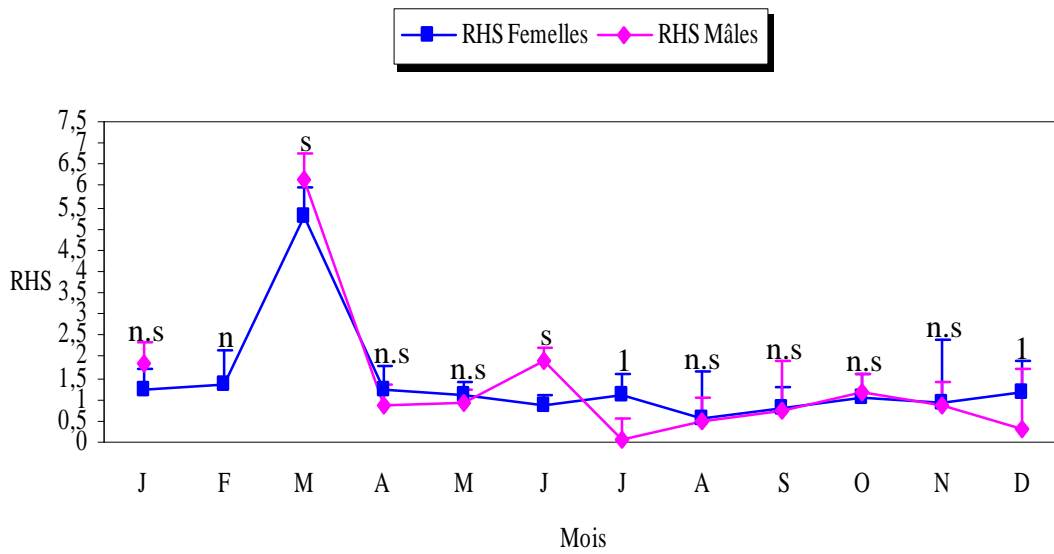


Figure 45. Comparaison statistique du RHS entre les deux sexes. (n.s : pas de différence entre les deux sexes ; s : il y a une différence significative entre les deux sexes ; n : test non valide entre les deux sexes puisqu'il y a pas des individus mâles ; 1 : test non valide puisque il y a un seul individu mâle).

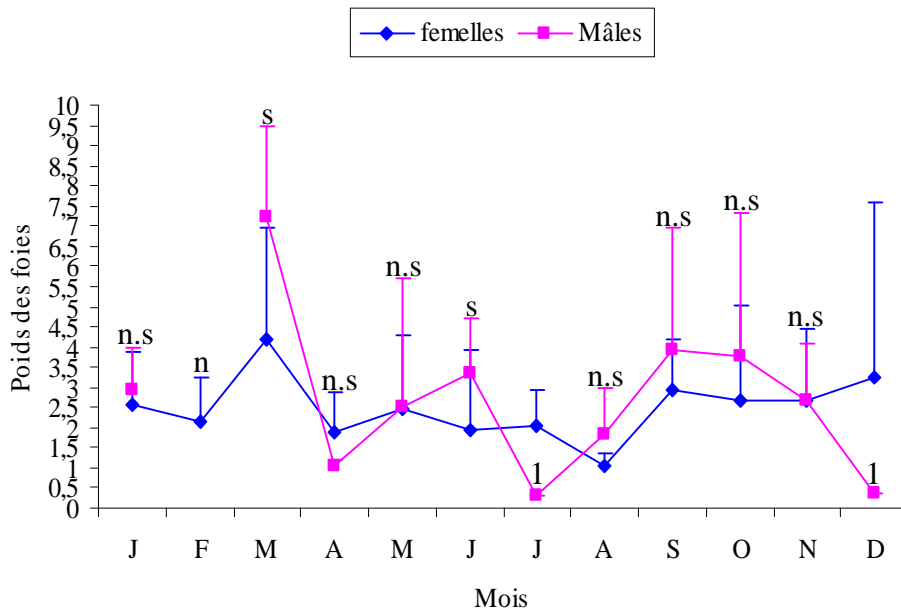


Figure 46. Comparaison statistique pondérale des foies entre les deux sexes. (n.s : pas de différence entre les deux sexes; s : il y a une différence significative entre les deux sexes ; n : test non valide entre les deux sexes puisqu'il y a pas des individus mâles ; 1 : test non valide puisqu' il y a un seul individu mâle).

3.6. Adiposité

L'évolution mensuelle des graisses périviscérales montre une hétérogénéité des valeurs aussi bien pour la population totale que pour les sexes séparés (F_{obs} de la population totale = 3,84 ; F_{obs} des femelles = 6,12 ; F_{obs} des mâles = 4,22 ; $P \leq 0,001$). Les individus immatures semblent ne pas accumuler de graisse mésentérique. L'adiposité est importante pour la population totale et les femelles en novembre (population totale : $1,489 \pm 1,355$; femelles : $1,684 \pm 1,293$) et en juin ($2,5 \pm 1$) - juillet (3) pour les mâles. Des valeurs nulles sont enregistrées en avril et en mai pour la population totale, les femelles et les mâles. Il est de même en décembre pour ces derniers (Fig. 47, 48, Tab. LII, annexe).

L'analyse statistique montre que les valeurs moyennes de l'adiposité obtenues en février, avril et mai sont différentes de celles des autres mois que ce soit pour la population totale, les femelles et les mâles. Ces mois coïncident avec la période de reproduction (Fig. 47, 48 ; Tab. LIII, annexe)

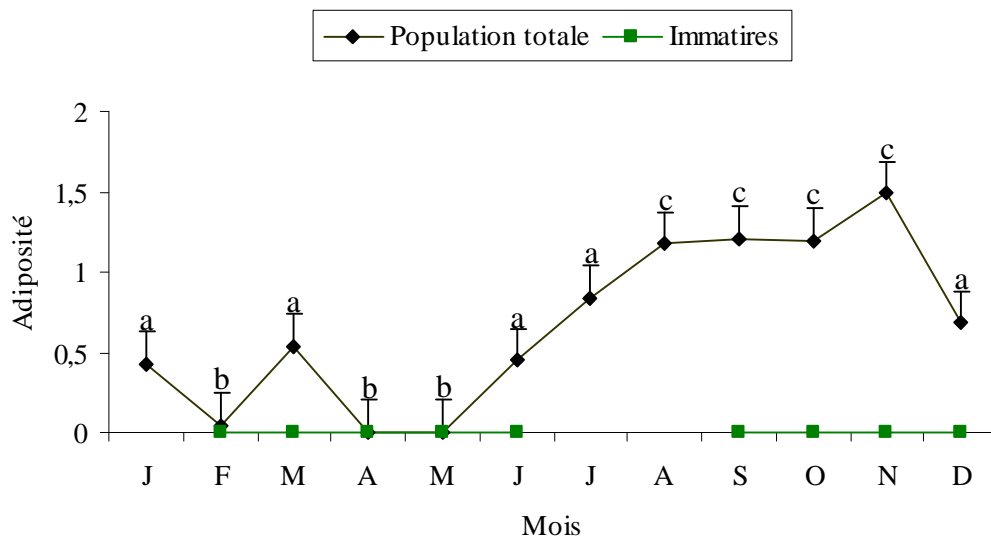


Figure 47. Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez la population totale et les individus immatures de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

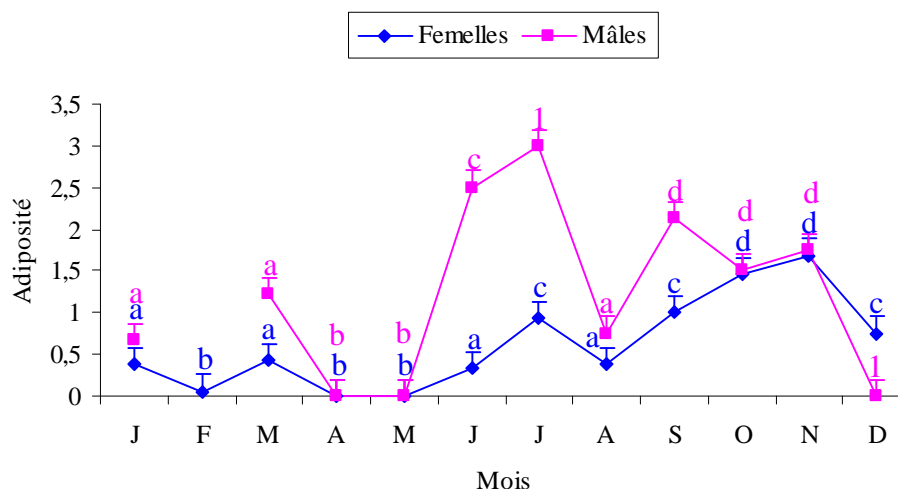


Figure 48. Evolution mensuelle des graisses mésentériques chez les sexes séparés de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points (1 = un seul individu) (suite).

3.7. Taille à la première maturité sexuelle

L'évolution du pourcentage des individus mâtures (Fig. 49) en fonction de la taille est représentée par le tableau LIV de l'annexe et exprimée graphiquement par la figure 50. Cette dernière permet de déterminer une taille correspondante à celle à la maturité sexuelle et pour laquelle 50 % sont aptes à se reproduire.

La population totale de *S. cantharus* atteint sa maturité sexuelle à une taille de 19,3 cm soit une longueur à la fourche égale à 17,5 cm. C'est aussi la même taille pour la maturité des femelles mais avec un intervalle de maturité comprise entre 18 et 23 cm. Les individus de longueur totale inférieurs à 18 cm sont considérés immatures.

Les mâles se reproduisent à une longueur de 21,3 cm ce qui correspond à une longueur de la fourche de 19,4 cm, l'intervalle de maturité sexuelle relatif à la longueur totale est comprise entre 19 et 24 cm.

Pour l'ensemble des individus, la L_{100} (100% de poissons mûrs), où tous les individus sont mâtures, est atteinte à partir d'une longueur totale de 26 cm, plus de 95% des *S. cantharus* sont déjà aptes à se reproduire dès la taille de 21,9 cm pour la population totale et aussi pour les femelles (25,8 cm pour les mâles).

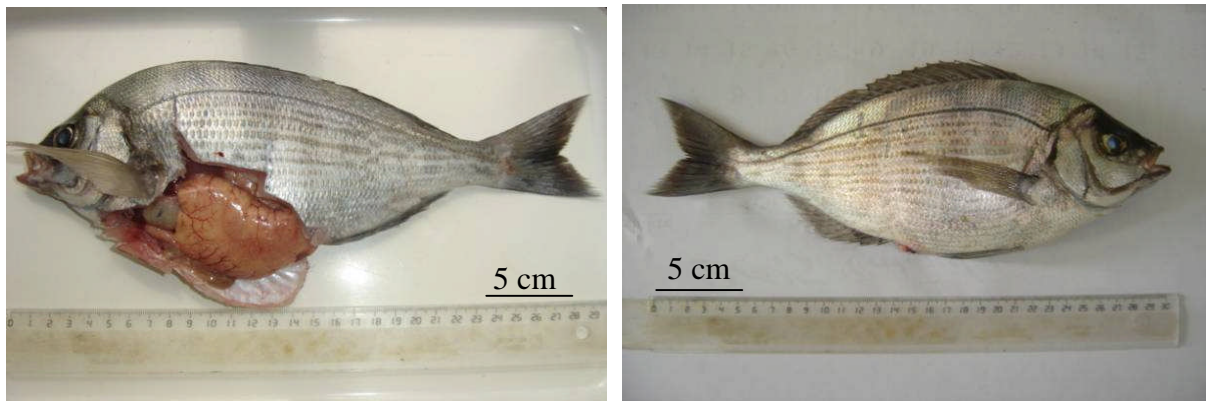


Figure 49. Photos montrant des femelles mûres avec des gonades occupant presque la totalité de la cavité abdominale (stade III).

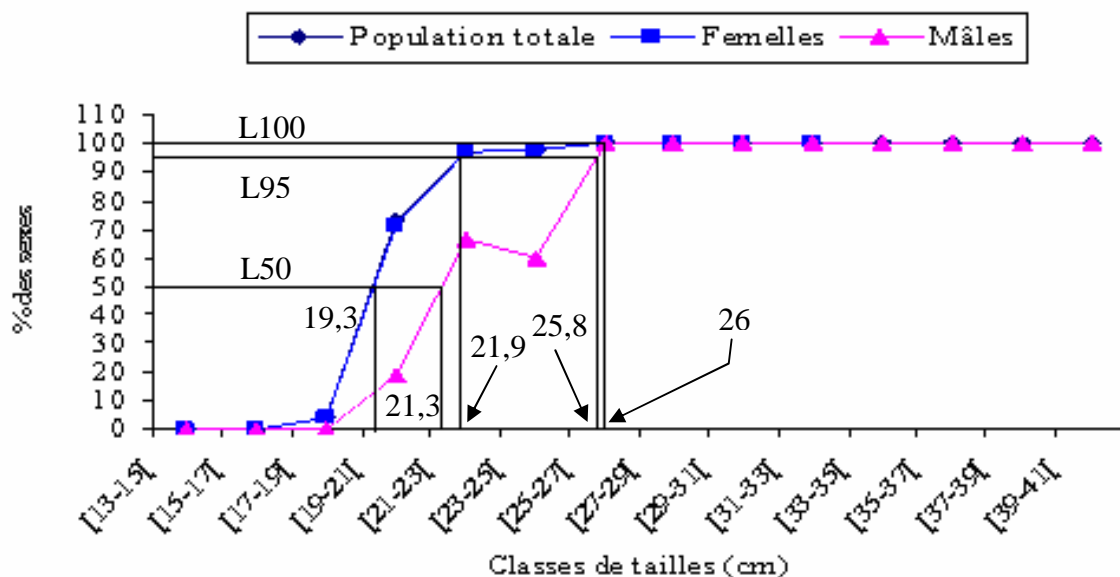


Figure 50. Taille à la première maturité sexuelle de *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

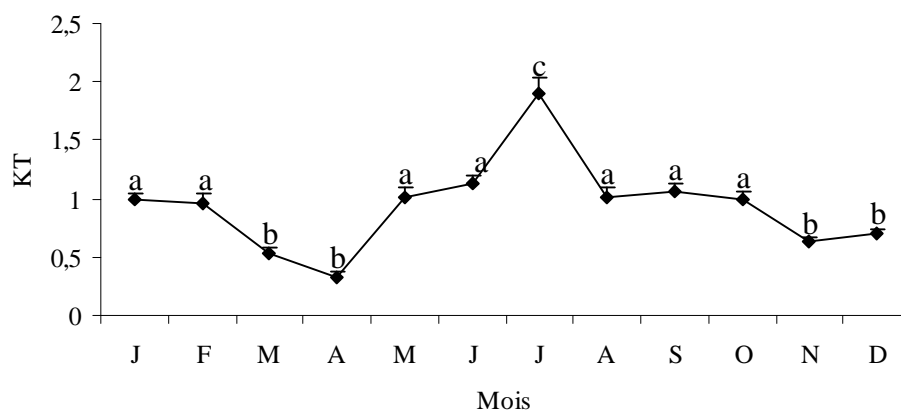
3.8. Coefficient de condition ou indice pondéral

Le suivi des variations temporelles du coefficient de condition K chez la population totale, les deux sexes, les individus matures et les immatures de *S. cantharus* montre des fluctuations au cours du cycle annuel. Les valeurs les plus basses sont enregistrées durant la période de reproduction, entre février et mai. Ensuite, le coefficient de condition augmente progressivement pour atteindre sa valeur maximal en juillet, pour la population totale (T) et les individus matures (Ma) (T : $1,90 \pm 0,14$; Ma : $1,72 \pm 0,14$), en juin pour les mâles (M)

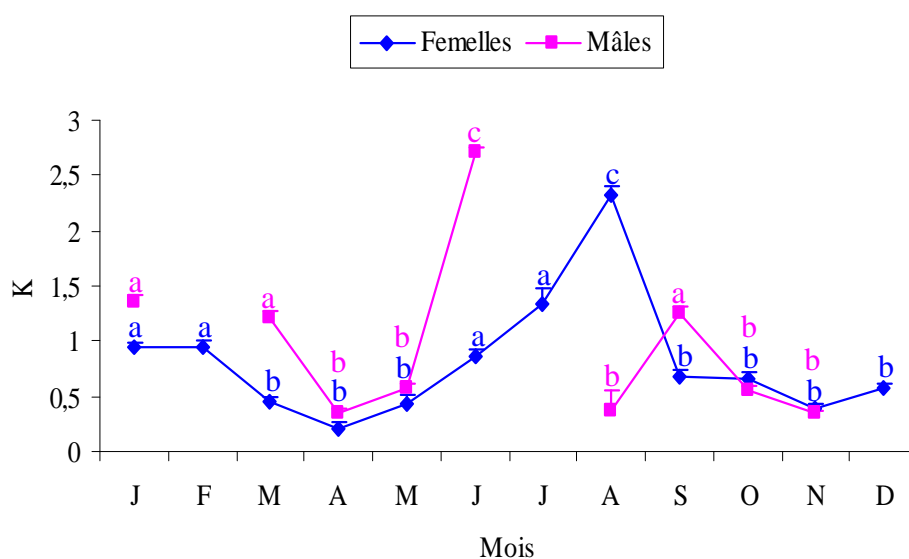
($2,71 \pm 0,39$) et en août pour les femelles (F) ($2,33 \pm 0,19$). En novembre, il chute brusquement pour atteindre des valeurs basses (T : $0,63 \pm 0,03$; F : $0,38 \pm 0,02$; M : $0,34 \pm 0,01$; Ma : $0,36 \pm 0,02$; Im ; $0,77 \pm 0,04$). En décembre, il subit une légère augmentation puis rechute à partir de février (Fig. 51 A, B et 52, Tab. LV, annexe).

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs mensuelles moyennes de K, aussi bien chez la population totale ($F_{\text{obs}} = 4,22$), les sexes séparés (F_{obs} des femelles = $5,21$; F_{obs} des mâles = $4,44$), les individus mâturs ($F_{\text{obs}} = 5,71$) et immatures ($F_{\text{obs}} = 6,81$; $P \leq 0,001$). En effet, les valeurs de l'indice pondéral enregistrées, chez la population totale, en mars, avril, novembre et décembre sont différentes de celles obtenues au cours des autres mois. Chez les femelles, l'indice pondéral déterminé au cours des mois de mars, avril, mai, septembre, octobre, novembre et décembre est différent de celui des autres mois. Chez les mâles, les différences des indices pondéraux sont observées en avril, mai, août, octobre et novembre. Chez les mâturs, c'est au cours des mois de mars, avril, mai, octobre, novembre et décembre qu'on observe des différences des indices pondéraux (Fig. 51, A et B, 52 ; Tab. LVI, LVII, annexe).

Les variations de l'indice pondéral en fonction des classes de tailles permettent de distinguer deux groupes d'individus (Fig. 53 ; Tab. LVIII, annexe), ceux dans la longueur totale (Lt) est inférieure à 19 cm pour la population totale et les femelles avec des valeurs individuelles comprise entre $0,885 \pm 0,055$ et $0,639 \pm 0,224$ pour la population totale et entre $0,89 \pm 0,05$ et $0,62 \pm 0,23$ pour les femelles ; et ceux dont la longueur totale (Lt) est supérieure à 19 cm (T : $0,70 \pm 0,27 \leq K \leq 1,03$; F : $0,73 \pm 0,29 \leq K \leq 0,97 \pm 0,16$). Cependant les mêmes fluctuations de l'indice pondéral sont enregistrées chez les mâles mais à partir d'une longueur totale de 21 cm. Ces résultats sont confirmés par le test de l'ANOVA (Tab. LIX, LX, annexe).



(A)



(B)

Figure 51. Variation mensuelle du coefficient de condition (K) chez la population totale (A), les femelles et les mâles (B) de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

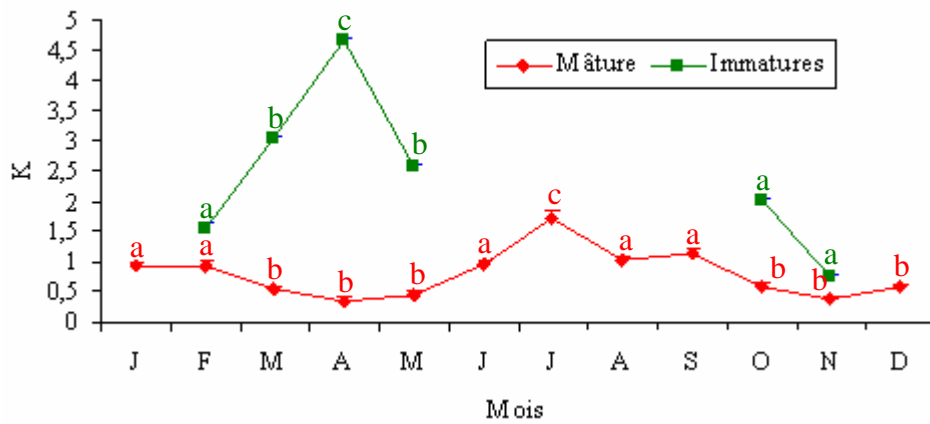
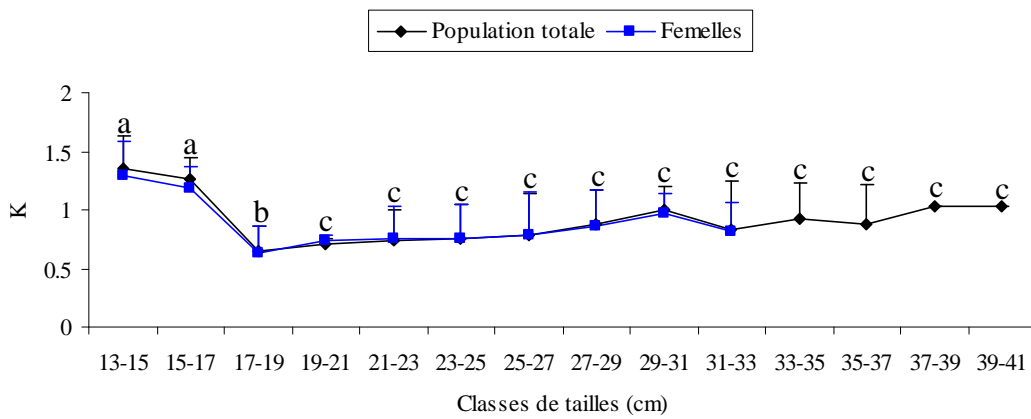
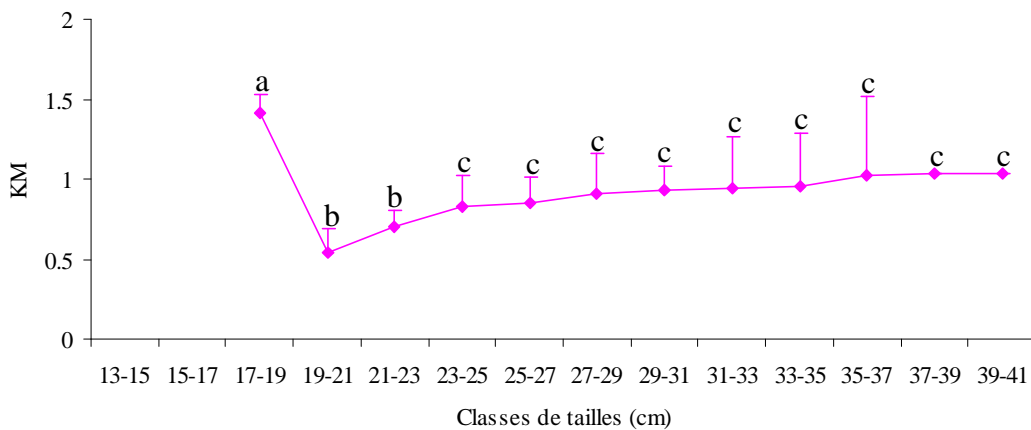


Figure 52. Variation mensuelle du coefficient de condition (K) chez les mâtûres et les immatures de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points.



(A)



(B)

Figure 53. Variations du coefficient de condition (K) (A : population totale et les femelles ; B : les mâles) en fonction des classes de tailles chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. La différence des lettres indique la différence significative entre les points.

3.9. Fécondité

La figure 54 illustre la distribution et l'évolution des fréquences des tailles ovocytaires chez 8 femelles de *S. cantharus* échantillonnées en période de reproduction, entre avril et mai. L'ensemble des ovocytes observés en avril se constituent en un seul lot dont le diamètre ovocytaire varie entre 400 et 920 μm (mode : 760-800 μm). Le premier lot dont le diamètre modale principal est compris entre 560 et 600 μm (Fig. 54, A, B, C, D, E et F) évolue pour atteindre un diamètre modal de 760-800 μm (G). Cet accroissement se poursuit jusqu'en mai où le diamètre des ovocytes peut atteindre 920 μm (mode : 800-840 μm) (Fig. 54, H).

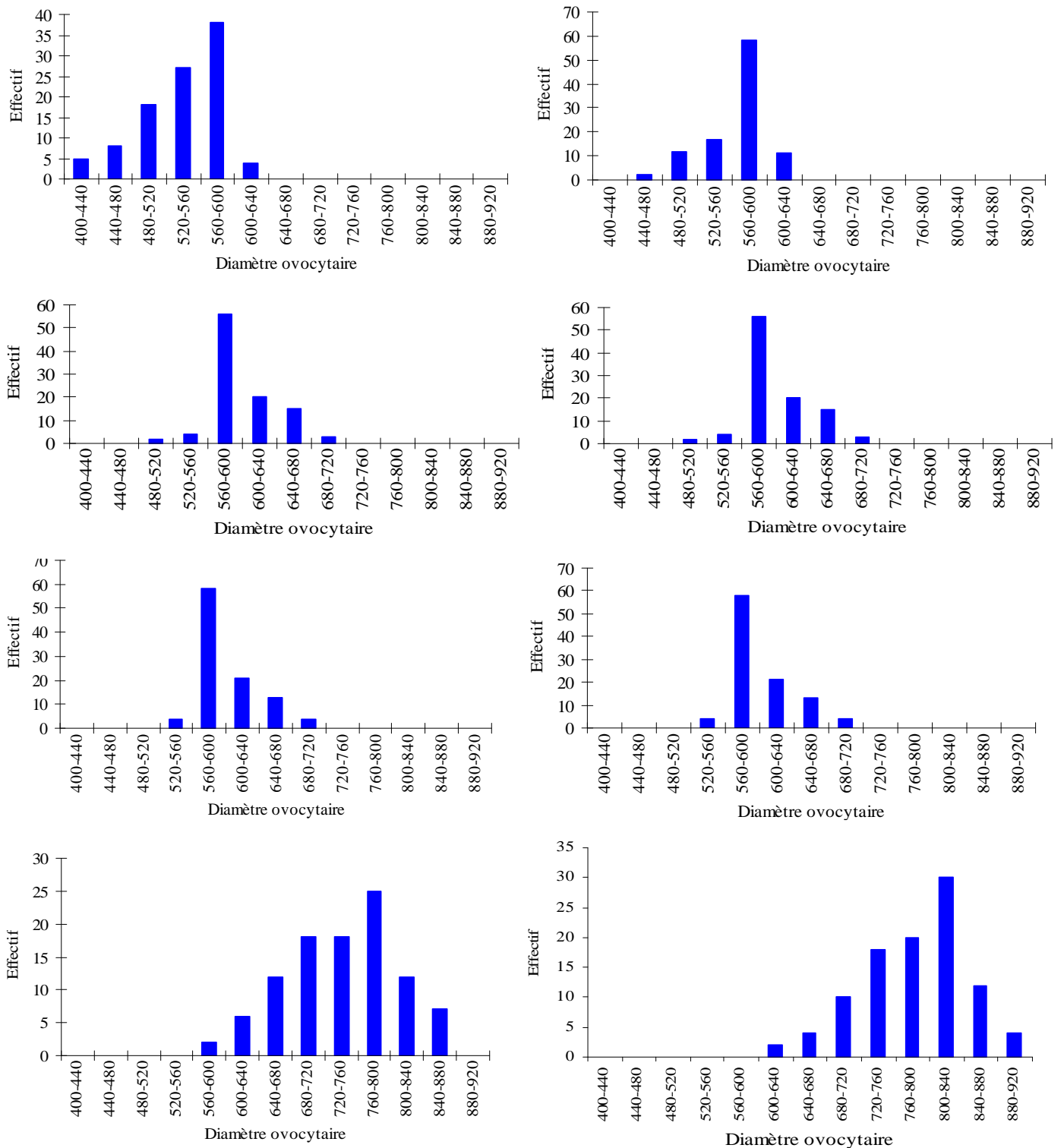


Figure 54. Distribution des tailles ovocytaires chez huit femelles de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. Du haut vers le bas et de gauche vers la droite:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A) Lt = 26,7 cm, avril | E) Lt = 25 cm, avril |
| B) Lt = 27,4 cm, avril | F) Lt = 27,4 cm, avril |
| C) Lt = 25,1 cm, avril | G) Lt = 26,8 cm, avril |
| D) Lt = 25,7 cm, avril | H) Lt = 30,6 cm, mai |

Le diamètre moyen des ovocytes ($N_{\text{ovocytes}} = 100$) mesurés chez 23 femelles en période de reproduction (Fig. 55) est estimé à $625,82 \pm 3,35 \mu\text{m}$, avec des valeurs limites comprises entre 424,5 et 905,6 μm .

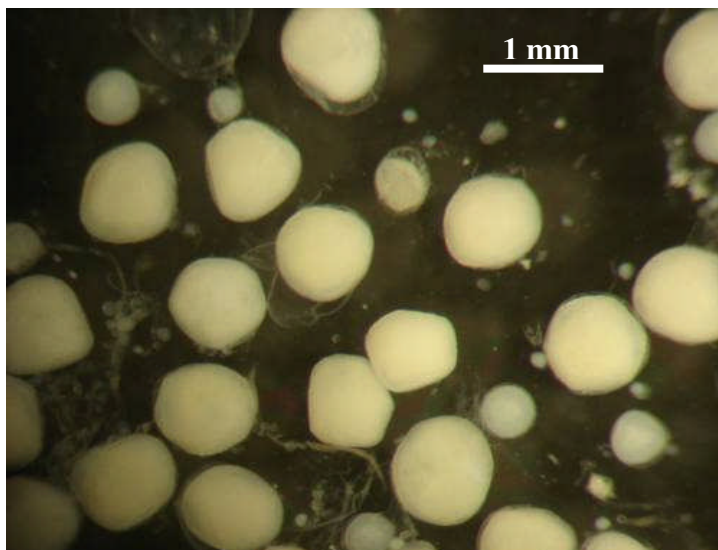


Figure 55. Photo montrant des ovocytes murs (stade III) de *S. cantharus* du golfe d'Annaba (Gr : $6 \times 15 \times 3$).

Les relations entre la fécondité absolue (F_a), la longueur totale (L_t), le poids total (P_t), le poids somatique (P_s) et le poids des gonades (P_g) sont représentées dans le tableau 18 et illustrées par la figure 56.

Tableau 18. Coefficients de corrélation et équations des droites de régression entre la fécondité absolue et les caractéristiques métriques (longueur totale) et pondérales (poids total, poids somatique et de la gonade) chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. (L_t : longueur totale, P_t : poids total, P_s : poids somatique, P_g : poids de la gonade, F_a : fécondité absolue).

Fonctions	Equation de régression	Relation d'allométrie	r	Valeurs extrêmes
$F_a = f(L_t)$	$\text{Log } F_a = 3,047 \text{ Log } L_t + 0,764$	$F_a = 5,807 L_t^{3,047}$	$r = 0,851$	$24 \leq L_t \leq 30,6 \text{ cm}$ $100320 \leq F_a \leq 222040 \text{ œufs}$
$F_a = f(P_t)$	$\text{Log } F_a = 0,853 \text{ Log } P_t + 3,001$	$F_a = 1002,305 P_t^{0,853}$	$r = 0,876$	$203 \leq P_t \leq 482 \text{ g}$ $100320 \leq F_a \leq 222040 \text{ œufs}$
$F_a = f(P_s)$	$\text{Log } F_a = 0,858 \text{ Log } P_s + 3,022$	$F_a = 1051,961 P_s^{0,858}$	$r = 0,857$	$190,46 \leq P_s \leq 426,49 \text{ g}$ $100320 \leq F_a \leq 222040 \text{ œufs}$
$F_a = f(P_g)$	$\text{Log } F_a = 0,246 \text{ Log } P_g + 4,78$	$F_a = 60255,958 P_g^{0,246}$	$r = 0,827$	$11,06 \leq P_g \leq 55,51 \text{ g}$ $100320 \leq F_a \leq 222040 \text{ œufs}$

La fécondité absolue est comprise entre 100320 et 222040 œufs avec une valeur moyenne de 133693 ± 30898 œufs. La fécondité relative oscille entre 404,31 (Lt = 29 cm, Pt = 380 g) et 651,77 œufs/g (Lt = 27,2 cm, Pt = 227 g), avec une moyenne de $478,28 \pm 60$ œufs/g. (Tab. 19).

Tableau 19. Fécondité absolue et relative chez *S. cantharus* du littoral d'Annaba.

Lt (cm)	Poids total (g)	Poids somatique (Pt - Pg) (g)	Poids des gonades (Pg) (g)	Fécondité absolue	Fécondité relative (œufs/g)
24	203	190,46	12,54	100320	526,724
24,5	230	208,64	21,36	106800	511,886
25	242	227,08	14,92	104440	459,926
25,1	247	229,18	17,82	106920	466,532
25,1	277	258,78	18,22	109320	422,443
25,2	246	219,2	26,8	107200	489,051
25,7	277	249,89	27,11	108440	433,95
25,7	238	219,37	18,63	111780	509,55
26,4	273	252,54	20,46	102300	405,084
26,5	305	281,38	23,62	118100	419,717
26,7	290	265,03	24,97	124850	471,078
26,8	302	264,27	37,73	113190	428,311
27,2	333	305,08	27,92	139600	457,584
27,2	227	213,11	13,89	138900	651,776
27,3	336	297,84	38,16	152640	512,489
27,4	339	320,86	18,14	145120	452,284
27,4	339	313,03	25,97	155820	497,779
28,1	344	332,94	11,06	154840	465,068
28,2	361	344,94	16,06	160600	465,588
28,2	350	304,36	45,64	182560	599,816
29	380	359,25	20,75	145250	404,314
29,7	482	426,49	55,51	222040	520,621
30,6	423	382,02	40,98	163920	429,087

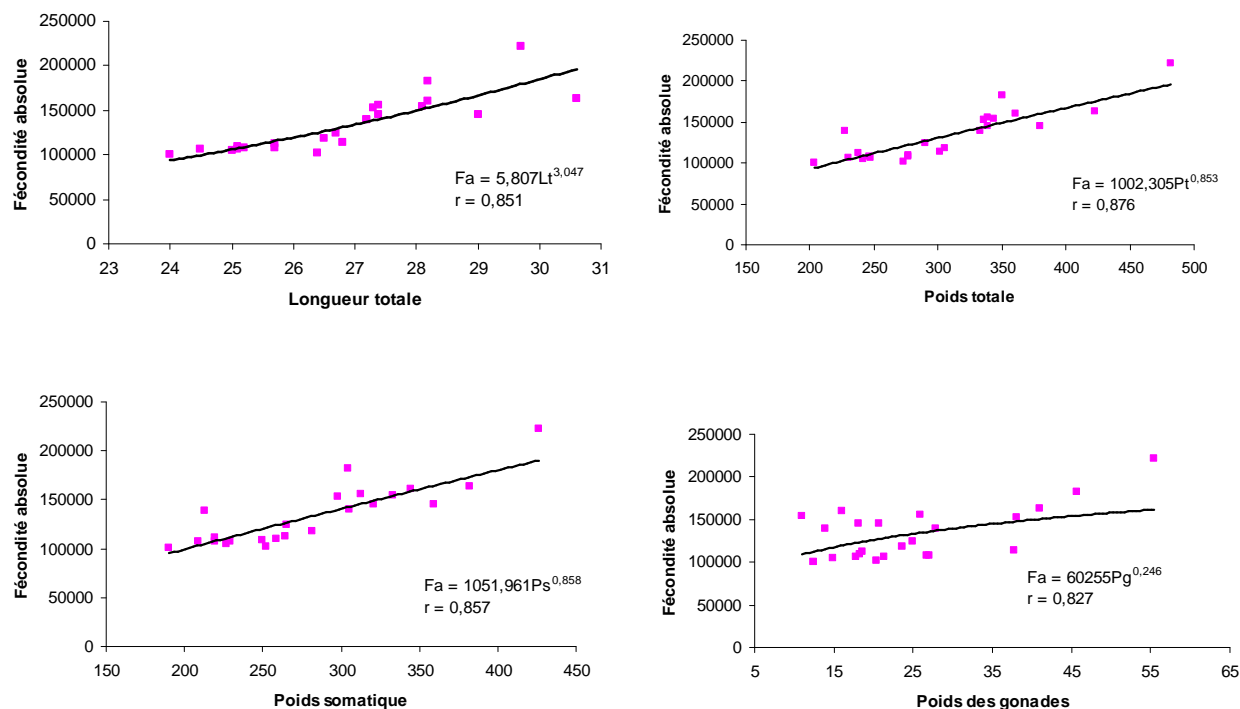


Figure 56. Relations entre la fécondité absolue (Fa), la longueur totale (Lt), le poids total (Pt), le poids somatique (Ps) et le poids des gonades (Pg) chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba.

4. DISCUSSION

Dans le golfe d'Annaba, l'analyse de la structure de la population de *S. cantharus* a montré une prédominance des femelles quelque soit la période d'échantillonnage. Cette dominance de femelles est observée aussi sur les côtes mauritaniennes ($2,04 \leq SR \leq 16,27$) pendant les années suivantes : de 1972 à 1983 (Staicu et Maxim, 1984) et sud-ouest portugaises ($SR = 57\%$) (Gonçalves et Erzini, 2000). La dominance des femelles au cours de l'année, dans le cas du golfe d'Annaba, peut être attribuée à divers facteurs :

- Le comportement ségréatif et dispersé des deux sexes. En effet, la répartition bathymétrique diffère entre les femelles et les mâles, ces derniers ont un habitat plus profond (Withehead *et al.*, 1986; Bauchot, 1987). Par conséquent, leur accessibilité aux engins de pêche artisanaux (filets maillants, palangres de fond) deviendrait moins facile en profondeur, notamment en période de reproduction.
- Les mâles auraient un comportement solitaire et sédentaire malgré la grégarité de l'espèce (Withehead *et al.*, 1986; Bauchot, 1987).
- Le caractère sexuel hermaphrodite protogynique peut engendrer un déséquilibre dynamique de la population naturelle, notamment en période de reproduction. Cette

situation expliquerait la prédominance des femelles au sein des stocks naturels inexploités et par conséquent leur abondance dans les captures professionnelles.

- Le développement d'un système d'accouplement polygame, assez fréquent chez les Sparidés hermaphrodites protogynes (Buxton et Garratt, 1990 ; Pajuelo *et al.*, 2003), expliquerait en partie l'abondance des femelles dans les captures.
- La présence significative des mâles durant les mois de mars, août, septembre, juin et mai coïncide avec l'apogée de la reproduction et aussi avec la période où ils assurent la protection des nids de ponte de la prédation (Wilson, 1958, citée par Gonçalves et Erzini, 2000), ce qui les rend moins vulnérables aux engins de pêche.

La flexibilité de l'hermaphroditisme chez les sparidés est connue comme étant toujours un sujet de controverses en raison de la grande hétérogénéité spécifique au sein de cette famille. Dans le golfe d'Annaba, nous avons échantillonné 59 hermaphrodites (11,77%), dont 56 individus, de taille comprise entre 19 et 35 cm, présentaient des gonades avec prédominance ovarienne (75%). Seulement, 3 individus (Lt = 22,8 cm ; 32,1 cm ; 34,6 cm) présentaient des gonades avec une égalité (50%/50%) de territoire ovarien et testiculaire. Avec la dominance des femelles dans les petites classes de tailles et celle des mâles dans les grandes classes de tailles, nous pouvons considérer que la stratégie reproductive empruntée par *S. cantharus* dans notre région est de type hermaphrodite protogyne, comme sur les côtes portugaises (Gonçalves et Erzini, 2000). D'autre part, la taille moyenne des individus hermaphrodites ($24,30 \pm 3,12$ cm) et de celle à l'inversion sexuelle (24,3 cm), que nous avons observé, sont similaires aux valeurs obtenues le long des côtes sud-ouest du Portugal, qui sont respectivement de $25,9 \pm 3,1$ cm et de 24,5 cm (Gonçalves et Erzini, 2000). Il est de même sur les côtes marocaines atlantiques où l'inversion sexuelle de *S. cantharus* a lieu lorsque les poissons atteignent une taille à la fourche de 23,34 cm (Balguerias *et al.*, 1993). Sur la partie nord de la baie de Biscaye (Espagne), Perodou et Nedelec (1980) trouvent que la longueur totale des hermaphrodites est de 35 cm, une valeur nettement supérieure à celles qui ont été déterminées sur les côtes algériennes et sud-ouest portugaises. D'autre part, le ratio élevé d'hermaphrodites que nous avons enregistré en période automnale (septembre et novembre), qui coïncide avec le repos sexuel de cette espèce, est également observé sur les côtes portugaises (Gonçalves et Erzini, 2000).

L'utilisation du test t de deux échantillons a montré qu'il n'existait aucune différence significative entre les valeurs moyennes du RGS et des poids des gonades des femelles avec celles des mâles. Quel que soit le sexe, le rapport gonado-somatique de *S. cantharus*

augmente graduellement à partir de février, marquant ainsi le début de la maturation des gonades. Il atteint son apogée en avril qui indique la phase finale de la vitellogénèse (maturation et hydratation des ovocytes), puis diminue progressivement jusqu'en mai quand s'amorce le repos sexuel caractérisé morphologiquement par des gonades partiellement vides et flasques. Cette évolution du RGS nous permet de considérer que la période de reproduction de *S. cantharus* du golfe d'Annaba est saisonnière et a lieu au printemps, entre février et mai, ce qui est confirmé par la fréquence mensuelle des différents états de maturation sexuelle reconnus à partir de l'aspect macroscopique des gonades. Le tableau 20 compare la période de reproduction de *S. cantharus* obtenue dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique. Il montre dans la majorité des cas, que la période de reproduction est courte et que le repos sexuel est long.

Tableau 20. Comparaison des périodes de reproduction de *S. cantharus* dans des différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique.

Régions et auteurs	Période de ponte
Manche (Perodou et Nedelec, 1980)	Mai - Juin
Manche (Soletchnik, 1983)	Avril - Mai
Golfe de Biscaye (Quéro, 1984)	Mai - Juin
Nord-est atlantique et méditerranéen (Bauchot et Hureau, 1986)	Février - Mai
Méditerranée (Riedl, 1986)	Avril - Mai
Méditerranée (Fischer <i>et al.</i> , 1993)	Mars - Mai
Côtes marocaines atlantiques (Balguerias <i>et al.</i> , 1993)	Mai - Août
Sud-ouest du Portugal (Gonçalves et Erzini, 2000)	Février - Avril
Golfe d'Annaba (Présent travail)	Février - Mai

L'étendue de la période de reproduction chez *S. cantharus* (4 mois), est également observée chez d'autres Sparidés du golfe d'Annaba, comme c'est le cas des sars *Diplodus cervinus cervinus* (6 mois), *Diplodus annularis* (4 mois), *D. puntazzo* (4 mois) (Derbal, 2007 ; Nouacer *et al.*, 2007), du bogue *Boops boops* (5 mois) (Derbal *et al.*, 2007) et de la dorade *Sparus aurata* (Chaoui *et al.*, 2006). De nombreux facteurs (génétiques, nutritionnels, environnementaux) sont susceptibles d'influencer la période de reproduction. Chez les populations sauvages des zones tempérées, l'alimentation et la température jouent un rôle prépondérant (Guillaume *et al.*, 1999).

La comparaison statistique des valeurs moyennes du rapport hépato-somatique (RHS) et des poids du foie chez les mâles et les femelles montre qu'il n'y a aucune différence

significative à l'exception des mois de mars et de juin où l'on constate que le foie des mâles est plus lourd que celui de femelles. Le suivi temporel de l'évolution du RHS montre que sa valeur maximale précède d'un mois celle du RGS. On suppose donc que *S. cantharus* est un poisson maigre, selon la définition de Bertin (1958) et de Lahaye (1981), chez lequel le foie joue un rôle primordial dans le stockage et la mobilisation des substances énergétiques nécessaires à l'élaboration des produits génitaux. D'une manière générale, les travaux sur le métabolisme lipidique au cours du cycle sexuel chez des Sparidés côtiers montrent des changements d'une espèce à une autre. Ainsi dans le golfe d'Annaba, Derbal (2007) considère que le sar tambour *D. cervinus cervinus* est maigre, alors que Nouacer (2002) et Derbal *et al.*, (2007) ont montré respectivement que le sparailon *D. annularis* et le bogue *B. boops* étaient des poissons gras.

L'adiposité montre des variations liées au cycle reproducteur. Ces valeurs sont minimales en avril (en fin de maturation des produits génitaux), tandis que le poids des gonades est maximal en avril. Lorsque le RGS retrouve ses valeurs de repos sexuel (juin à janvier), les graisses périviscérales ou mésentériques augmentent. Ceci s'expliquerait par le retour des ovocytes atrésiques *via* le foie qui marque une légère augmentation en juin. Cette augmentation pourrait être due aussi à la reprise de l'alimentation, comme en témoigne les valeurs relativement faibles du coefficient de vacuité au cours de cette période (Derbal *et al.*, 2006). Donc, on déduit que les graisses mésentériques sont mobilisées pendant le cycle reproducteur. Elles transiteraient ainsi par le foie pour rejoindre les gonades où elles serviront à l'élaboration des gamètes.

Dans notre région, les mâles se reproduisent plus tardivement ($L_t = 21,3$ cm, âge = 3 ans) que les femelles ($L_t = 19,3$ cm, âge = 2 ans). Le tableau 21 compare la taille à la première maturité sexuelle chez différentes populations de *S. cantharus*. Cette taille est relativement inférieure comparées à celles obtenues par d'autres auteurs : Perodou et Nedelec (1980) (20 cm), Soletchnik (1983) (24 cm), Bauchot et Hureau 1990 (22 cm) et Gonçalves et Erzini (2000) (20,1 cm). Sur les côtes marocaines et autour des îles Canaries, les grisets se reproduisent respectivement à partir d'une longueur de 15,2 cm (Balguerias *et al.*, 1993) et de 19,5 cm (Lozano *et al.*, 1990). Cette différence de la taille de la première maturité sexuelle entre les régions s'expliquerait par les particularités hydrologiques et la disponibilité de la nourriture dans ces différentes localités.

Tableau 21. Taille (cm) et âge (en année) de *S. cantharus* à la première maturité sexuelle dans différentes régions de Méditerranée et d'Atlantique. (Lt : longueur totale, Lf : longueur à la fourche, en cm).

Zones d'étude et auteurs	L ₅₀	Lf	Age
Manche (Perodou et Nedelec, 1980)	20	-	2
Manche (Soletchnik, 1983)	24	23	3
Golfe de Biscaye (Bauchot et Hureau, 1990)	22	-	-
Iles Canaries (Lozano <i>et al.</i> , 1990)	19,5	-	-
Côtes marocaines atlantiques (Balguerias <i>et al.</i> , 1993)	15,2	14	-
Côtes portugaises (Gonçalves et Erzini, 2000)	20,1	-	3
Golfe d'Annaba (présente étude)	19,3	17,5	..

L'évolution mensuelle du coefficient de condition K est constante aussi bien chez les femelles que chez les mâles. La tendance à la diminution de cet indice entre février et mai serait le résultat de la demande d'énergie pour le processus de la gamétogenèse (Santos *et al.*, 1996), comme c'est le cas de nombreux poissons téléostéens marins (Sabat *et al.*, 2004 ; Chaoui *et al.*, 2005). L'augmentation brutale de l'indice pondéral en fin de période de reproduction s'expliquerait également par une intensification alimentaire (Derbal *et al.*, 2006) et/ou par une préparation à la mauvaise saison. L'augmentation de l'indice juste après la ponte montre que l'état d'embonpoint s'améliore rapidement chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. Les valeurs de l'indice pondéral en fonction des classes de tailles permettent de scinder la population en deux groupes significativement distincts situés de part et d'autre d'une longueur totale voisine de 19 cm pour la population totale et les femelles, et de 21 cm pour les mâles. Cette taille coïncide avec l'acquisition de la première maturité sexuelle de cette espèce. D'une manière générale, la confrontation de l'évolution pondérale des gonades, du foie, du niveau de l'adiposité mésentérique ainsi que l'embonpoint permet de situer le cycle sexuel dans le fonctionnement général de l'organisme.

En ce qui concerne la croissance des ovocytes, un seul lot est visible. L'accroissement final de ce dernier lot correspond à l'hydratation des ovocytes qui atteignent leur taille définitive d'environ 900 µm (mode principal : 800 µm). Il paraît donc que la stratégie de reproduction du *S. cantharus* est de type "ponte non fractionnée". L'analyse de la régression montre que la fécondité absolue de *S. cantharus* est directement liée à sa taille totale et à son poids, mais elle augmente d'une façon non linéaire avec la longueur totale du poisson, le poids total, somatique et le poids des gonades. Cependant, on remarque une diminution apparente de la fécondité pour les individus de grande taille. La fécondité relative commence

à diminuer à partir d'une longueur de 27,2 cm (Pt : 227g). Le tableau 22 compare le diamètre ovocytaire ainsi que la fécondité relative et absolue dans différentes localités. Le diamètre moyen des ovocytes de *S. cantharus* du littoral d'Annaba est similaire de celui des côtes portugaises (654 μm) (Gonçalves et Erzini, 2000) et reste compris dans l'intervalle des valeurs obtenues en Adriatique (500 - 800 μm) (Dulcic *et al.*, 1998). Par contre, sur les côtes marocaines de l'Atlantique, les ovocytes sont de plus grosse taille, avec un diamètre moyen de 906 μm (550 < Do < 1700 μm). En tenant compte des valeurs limites de la fécondité absolue, *S. cantharus* des côtes de l'Adriatique se montre plus prolifique par rapport à d'autres régions (côtes portugaises : x 5, côtes marocaines : x 4 ; golfe d'Annaba : x 2,5). Toutefois, les valeurs moyennes et limites les plus élevées de la fécondité relative sont obtenues dans le golfe d'Annaba. Au regard des travaux réalisés sur la fécondité, les écarts de valeurs, parfois très élevés, peuvent être attribués beaucoup plus aux aléas inhérents à la méthodologie d'étude (méthode comptage, échantillonnage), plutôt qu'aux facteurs environnementaux.

Tableau 22. Comparaison du diamètre ovocytaire (μm), des fécondités absolue (œufs) et relative (œufs/g) chez *S. cantharus* dans différentes localités.

Zones d'études et auteurs	Valeurs moyennes et limites du diamètre ovocytaire	Valeurs moyennes et limites de la fécondité absolue	Valeurs moyennes et limites de la fécondité relative
Côtes portugaises (Gonçalves et Erzini, 2000)	654 \pm 4,9 (408 - 885)	61396 \pm 19594 (37506 - 112074)	346 \pm 80 (217 - 549)
Côtes marocaines atlantiques (Balguerias <i>et al.</i> , 1993)	906 (550 - 1700)	65659 (36926 - 143900)	206
Mer adriatique (Dulcic <i>et al.</i> , 1998)	(500 - 800)	(31670 - 554070)	-
Golfe d'Annaba (présente étude)	625,82 \pm 3,35 (424,5 - 905,6)	133693 \pm 30898,17 (100320 - 222040)	478,28 \pm 59,92 (404,31 - 651,77)

5. CONCLUSION

L'étude de la reproduction de *S. cantharus* du golfe d'Annaba repose sur l'analyse de la sex-ratio, de la maturation des gonades, de la taille à la première maturité sexuelle et de la fécondité.

L'analyse de la structure de la population au cours d'un cycle annuel a montré que les femelles dominent d'une manière significative quelque soit la période de capture. Elles sont mieux représentées numériquement dans la catégorie de taille comprise entre 17 et 31 cm, tandis que les mâles dominent dans les grandes classes de tailles, à partir de 31 cm. Les hermaphrodites, dont la proportion est de 8,06%, n'apparaissent qu'à partir d'une longueur totale de 19 cm. Leur taille moyenne est de $24,30 \pm 3,12$ cm. L'inversion sexuelle a lieu approximativement lorsque les poissons atteignent une taille de 24,3 cm (3 ans). Le griset se reproduit au printemps (février-mai) à partir d'une longueur totale moyenne de 19,3 cm. Toutefois, les femelles arrivent à la maturité sexuelle à une taille plus précoce (19,3 cm) que celle des mâles (21,3 cm).

La stratégie de reproduction empruntée par cette espèce est de type hermaphrodite protogyne, comme sur les côtes atlantiques. Le rapport hépato-somatique, l'adiposité et l'embonpoint montrent des variations liées au cycle reproducteur.

Le suivi de la dynamique ovocytaire montre l'existence d'une seule ponte par an. Le diamètre ovocytaire moyen est de $625,82 \pm 3,35$ μm avec des valeurs limites comprises entre 424,5 et 905,6 μm . La fécondité absolue est estimée entre 100320 et 222040 œufs avec une moyenne de 133693 ± 30898 œufs. La fécondité relative est comprise entre 404,31 et 651,77 œufs/g, avec une moyenne de $478,28 \pm 59,92$ œufs/g.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude nous a permis de recueillir des données fondamentales sur la biologie et la dynamique d'un sparidé côtier d'intérêt halieutique et aquacole, le griset *Spondyliosoma cantharus*.

Sur la base de critères morphométriques et méristiques, nous avons caractérisé la population de *S. cantharus* du golfe d'Annaba. L'analyse statistique a révélé des différences significatives concernant le nombre de branchiospines et d'écailles sur la ligne latérale chez les individus mâtures et immatures. Nous supposons que cette différence est due aux aléas méthodologiques, tels que les erreurs de comptage des branchiospines et des écailles sur la ligne latérale. Nous avons pu mettre en évidence l'existence d'un dimorphisme sexuel basé sur des différences du diamètre inter-orbitaire et de la longueur du maxillaire supérieur entre les mâles et les femelles. En effet, ces dernières ont un diamètre inter-orbitaire et un maxillaire plus courts.

La similitude des otolithes *sagittas* droit et gauche a été précisée statistiquement par le test de conformité "t" et l'absence de différence significative entre ces structures minéralisées est ainsi confirmée. Leur surface est significativement corrélée à la longueur totale du poisson avec une croissance minorante. Leur poids est aussi corrélé au poids éviscéré du poisson avec lequel il présente le même type d'allométrie.

Par le suivi de l'accroissement marginal des otolithes, nous avons mis en évidence l'existence d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an. Son dépôt a lieu en mars. Comparée à d'autres régions de Méditerranée et d'Atlantique, la performance de croissance de *S. cantharus* est meilleure dans le golfe d'Annaba, ce qui est un atout pour son élevage dans les conditions intensives. La croissance relative s'est avérée différente entre les sexes séparés (femelles : croissance majorante, mâles : croissance isométrique). Elle est meilleure chez les individus mâtures que chez les immatures dont la croissance est isométrique. Ceci peut être attribué aux habitudes alimentaires qui diffèrent entre les individus âgés et ceux de petite taille ou au fait que les individus mâtures mobilisent plus de réserves énergétiques pour les besoins de la reproduction.

Dans le golfe d'Annaba, la population de *S. cantharus* est représentée essentiellement par des femelles, et ce durant toute l'année. Cette espèce se reproduit au printemps à partir d'une longueur moyenne de 19,3 cm. Les mâles arrivent plus tardivement à maturité que les

femelles. Comme c'est le cas dans de nombreuses régions de Méditerranée et d'Atlantique, le griset est hermaphrodite protogyne. Le pourcentage des individus hermaphrodites est faible et n'excède pas 12%. L'inversion sexuelle a lieu approximativement lorsque les poissons atteignent une taille de 24,3 cm. Les femelles pondent en une seule fois, selon leur taille, entre 100320 et 222040 œufs. Avec une fécondité relative moyenne d'environ 478 œufs.g⁻¹, cette espèce se classe comme étant l'un des plus prolifiques des Sparidés étudiés sur les côtes de l'Est algérien.

Cette investigation mérite d'être complétée par une étude de ses habitudes alimentaires en milieu naturel, par étude de sa génétique et par une étude de sa mortalité (naturelle et par pêche). Ces informations sont nécessaires pour une meilleure gestion du stock naturel.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abecasis, D., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Gonçalves, J.M.S., Ribeiro, J. & Erzini, K., 2008.** Ageing seabreams: A comparative study between scales and otoliths. *Fish. Res.*, 89 (1): 37-48.
- Abou-Seedo, F., Wright, J.M. & Clayton, D.A., 1990.** Aspect of the biology of *Diplodus sargus kotschy* (Sparidae) from Kuwait bay. *Cybium*, 14: 217-223.
- Aguirre, H. & Lombarte, A., 1999.** Ecomorphological comparaisons of sagittae in *Mullus barbatus* et *M. surmuletus*. *J. Fish Biol.*, 55 : 105-114.
- Alarcón, J.A. & Alvarez, M.C., 1999.** Genetic identification of sparid species by isozyme markers: application to interspecific hybrids. *Aquaculture* 173, 95–103.
- Alvarez-Pellitero, P., Palenzuela, O. & Sitjà-Bobadilla, A., 2008.** Histopathology and cellular response in *Enteromyxum leei* (Myxozoa) infections of *Diplodus puntazzo* (Teleostei). *Paras. Intern.* 57(2):110-120.
- Anonyme, 1975.** Experiments on inducement or spawning in domestic fish by injection of synthesized hypothalamic luteinizing hormone releasing hormone (LH-RH). Kexus tongbqo 20, 1 : 43-48. Translation séries n° 4186 FMS.
- Anonyme, 2000.** Minitab. Reference manual, release 13,2 for windows & A State College Minitab. 1047 p.
- Anonyme, 2005.** Office National des Statistiques 2005. L'Algérie en chiffre. Résultats 2004. pp8, pp 14
- Anonyme, 2008.** Aquatic Sciences and Fisheries Information System (ASFIS) species list.
- Aoussouan, A. & Lahaye, J., 1979.** Les potentialités des populations ichtyologiques. Fécondité et ichtyoplancton. *Cybium*, 3(6): 29-46.
- Arculeo, M., Lo Brutto, S., Sirna-Terranova, M., Maggio, T., Cannizzaro, L. & Parrinello, N., 2003.** The stock genetic structure of two Sparidae species, *Diplodus vulgaris* and *Lithognathus mormyrus*, in the Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, 63(3): 339-347.
- Arellano, R.V., Hamerlynck, O., Vinex, M., Mees, J., Hostens, K. & Gijssels, W., 1995.** Changes in the ratio of the sulcus acusticus area to the Sagitta area of *Pomatoschistus minutus* and *P. lozanoi* (Pisces, Gobiidae). *Mar. Biol.*, 122: 355-360.

- Baganal, T.B., 1966.** The ecological and geological aspects of the plaice. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 46: 161-186.
- Bagenal, T.B., 1968.** Eggs and early life history. Paris I. Fecundity. IN. RICKER W.-E., Methos for assessment of fishproduction in freshwaters.I.B.P., hand book n° 3, Blackwell scientific publications, Oxford and Edinburgh: 160-169.
- Balguerás, E., 1993.** La pesca de los costeros canarios en el banco sahariano: antecedentes históricos y situación actual. La chopra (*Spondyliosoma cantharus* Linnaeus, 1758) como ejemplo de aplicación de métodos simples para la evaluación de stocks en la pesquería artesanal canaria. Universidad de La Laguna, Departamento de Biología Animal, U.D.I. Ciencias Marinas, La Laguna, PhD Thesis, 382 p.
- Balguerías, E., Quintero, M.E. & Gonzalez, J.F., 1993.** Características reproductivas de la chopra, *Spondyliosoma cantharus* (Linnaeus, 1758) del Banco Sahariano. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 9(1) : 185-201.
- Barnabe, G., 1976.** Contribution à la connaissance de la biologie du loup, *Dicentrarchus labrax* (L.) (poisson Serranidae). Thèse de Doctorat d'Etat. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier.
- Bauchot, M.-L., 1987.** Poissons osseux. pp 891- 1421. In : W. Fischer, M.-L. Bauchot and M. Schneider (eds.) Fishes FAO d'identification pour les besoins de la pêche (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des communautés Européennes & FAO, Rome.
- Bauchot, M.-L. & Hureau, J.C., 1986.** Sparidae. p 883-907. In P.J.P.Whitehead, M.-L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen et E. Tortonese (eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II. UNESCO, Paris.
- Bauchot, M.-L. & Hureau, J.C., 1990.** Sparidae. p. 790-812. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karreuer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA).JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris.Vol.II.
- Bell, J.D. & Harmelin-Vivien, M.L., 1983.** Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows: 1. Community structure. *Téthys*, 10, 337-347.
- Benedito-Palos, L., Saera-Vila, A., Calduch-Giner, J-A., Kaushik, S. & Pérez-Sánchez, J., 2007.** Combined replacement of fish meal and oil in practical diets for fast growing juveniles of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.): Networking of systemic and local components of GH/IGF axis. *Aquaculture*, 267 (1-4): 199-212.

- Bertalanffy, L. Von., 1938.** A quantitative theory of organic growth. *Human biology*, 10(2): 181-213.
- Bertin, L., 1958.** Sexualité et fécondité. In: *Traité de zoologie*. (P. P. Grassé ed.). Masson et Cie, Paris, 13 (2): 1585-1653.
- Beyer, J.E., 1991.** On length-weight relationships. 2. Computing mean weights from length statistics. *Fishbyte* 9 (1991), pp. 50-54.
- Bianchi, G. 1984.** Study on the morphology of five Mediterranean and Atlantic sparid fishes with a reinstatement of the genus *Pagrus*, Cuvier 1817. *Cybium*, 8: 31-56.
- Bouaïn, A., 1977.** Contribution à l'étude morphologique, anatomique et biologique de *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) et *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792) des côtes tunisiennes. Thèse de Doctorat de spécialité. Faculté des Sciences de Tunis. 115 p.
- Bougis, P., 1952.** Rapport hépato-somatique et rapport gonado-somatique chez *Mullus barbatus* L. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 74 (6): 326-330.
- Boutaleb, Z., 1997.** Contribution à la connaissance de la biologie du sar *Diplodus sargus sargus* du golfe d'Annaba : Morphométrie et croissance. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Océanographie, Université d'Annaba, Algérie. 23 p.
- Bradai, M.N., Ghorbel, M., Jarboui, O. & Bouain, A., 2001.** Croissance de trois espèces de sparidés : *Diplodus puntazzo*, *Diplodus vulgaris* et *SpondylIOSoma cantharus* du golfe de Gabès, 5 pp. (Tunisie).
- Buxton, C.D., 1990.** The reproductive biology of *Chrysoblephus laticeps* and *C. cristiceps* (Teleostei, Sparidae). *J. Zool. Lond.*, 20, pp 497-511.
- Buxton, C.D. & Garratt., P.A., 1990.** Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces: Sparidae). *Environ. Biol. Fish.*, 28: 113-124.
- Cabral, H., Duque, J. & Costa, M.J., 2003.** Discards of the beach seine fishery in the central coast of Portugal. *Fish. Res.*, 63 (1): 63-71.
- Canario, AVM., Erzini, K., Castro, M., Gongalves, JMS., Galhardo, C., Ribeiro, J., Bentes, L., Cruz, J. & Souto, P., 1994.** Estudos base para a conseva~aod os ictiopovoamentos e gestao da pesca costeira no litoral sudoeste. UCTRA, Universidade do Algarve e SNPRCN-APPSACV, Relatorio final
- Cardona, L., Sales, M. & López, D., 2007.** Changes in fish abundance do not cascade to sea urchins and erect algae in one of the most oligotrophic parts of the Mediterranean *Est. Coas. Shelf Sc.*, 72(1-2): 273-282.

- Carrillo, J., González, J.A., Santana, J.I., Florido, M.T., Lozano, I.J., Gómez, J.A., Castillo, R., 1986.** Investigación de parámetros biológicos y evaluación de recursos pesqueros. Tomo IV. Sobre la chopa, *SpondylIOSoma cantharus* (Linnaeus, 1758). Inf. Téc. Dpto. Pesquerías C. Tecnol. Pesquera Gran Canaria 96 p.
- Carvalho, S., João Curdia, J., Moura, A., Gaspar, M.B., Dinis, M.T., Ferreira, P.P., Fonseca, L.C.D., 2007.** The influence of white seabream (*Diplodus sargus*) production on macrobenthic colonization patterns. *Acta Oecol.*, 31: 307-315.
- Chaoui L., Derbal F., Kara M.H. & J.P. Quignard, 2005.** Alimentation et condition de la dorade *Sparus aurata* (Teleostei: Sparidae) dans la lagune du Mellah (Algérie Nord Est). *Cah. Biol. Mar.*, 46: 221-225.
- Chaoui, L., Kara, M.H., Eric, F. & Jean, P.Q., 2006.** Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Sci. Mar.*, 70(3): 0214-8358.
- 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.
- Dagnelie, P., 1975.** Théories et méthodes statistiques. Applications agronomiques (2 vol.). Gembloux, Presse Agronomique, 378 + 451 p.
- Darias, M.J., Pascual, F., Rodriguez, G.M. & Yufera, M. 2006.** Comparative energetics during larval development of two cultured sparids: *Diplodus sargus* and *Pagrus pagrus*. International Conference & Exhibition, AQUA 2006, 9-13 mai, Florence, Italie. p 222.
- De La Herran, R., Rejoân, C.R., Rejoân, M.R. & Garrido-Ramos, M.A., 2001.** The molecular phylogeny of the Sparidae (Pisces, Perciformes) based on two satellite DNA families. *Heredity*, 87: 691-697.
- 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.** Ecologie de quatre poissons téléostéens côtiers (*Diplodus cervinus cervinus*, *Diplodus puntazzo*, *Sciaena umbra*, *Epinephelus costae*) des côtes de l'Est Algérien. Contribution à la biologie du sar tambour *D. cervinus cervinus* (Lowe, 1838). Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences de la Mer, Université d'Annaba, Algérie.
- Derbal, F. & Kara, M.H., 2001.** Inventaire des poissons des côtes de l'Est Algérien. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36. p: 258.

- Derbal, F., Draredja, B., Kara, M.H., 2006.** Composition et variations du régime alimentaire de la daurade grise *SpondylIOSoma cantharus* (Poisson, Sparidé) du golfe d'Annaba, Algérie. (soumis, *Pelagos*).
- Desdevises, Y., Jovelin, R., Jousson, O. & Morand, S., 2000.** Comparison of ribosomal DNA sequences of *Lamellodiscus* spp. (Monogenea, Diplectanidae) parasitising *Pagellus* (Sparidae, Teleostei) in the North Mediterranean Sea: species divergence and coevolutionary interactions. *Int. J. Paras.*, 30(6): 741-746.
- Deudero, S., Morey, G., Frau, A., Moranta, J. & Moreno, I., 2008.** Temporal trends of littoral fishes at deep *Posidonia oceanica* seagrass meadows in a temperate coastal zone. *J. Mar. Syst.*, 70 (1-2) : 182-195.
- Devlin, R & Nagahama, Y., 2002.** Sex determination and sex differentiation in fish : an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Elsevier Special Publication*. 225 pages.
- Dieuzeide, R., Novella, M. & Roland, J. 1955.** Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Ostéoptérygiens (suite et fin). *Bull. Stn. Aquicult. Pêche Castiglione*: 1-384.
- Divanach, P., Kentouri M., & Paris, P., 1982.** Etapes du développement embryonnaire et larvaire du sar *Diplodus sargus* L., en élevage. *Aquaculture*, 27 : 339-353.
- Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M., & Brahim, B., 1993.** Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga. ICLARMQ.* 1651°/ 35-37.
- Dorel, D., 1986.** Relation taille-poids de Poissons de l'Atlantique Nord-Est. Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. *Sci. Mar.*, 82(2) : 105-115.
- Dores, E.S., Ferreira, I., Mendes, A.I. & Ferreira-Pousão, P. 2006.** Growth and skeleton anomalies incidences in intensive production of *Diplodus sargus*, *D. cervinus* and *D. vulgaris*. International Conference & Exhibition, AQUA 2006, 9-13 mai, Florence, Italie. p 262.
- Dulcic, J. & Kraljevic, M., 1996.** Growth of the black sea bream *SpondylIOSoma cantharus* (L.) in the eastern middle Adriatic. *Arch. Fish. Mar. Res.* 44 (3), 279–293.
- Dulcic, J., Lipej, L., Glamuzina, B., Bartulović, V., 2006.** Diet of *SpondylIOSoma cantharus* and *Diplodus puntazzo* (Sparidae) in the Eastern Central Adriatic, *Cybiuim*, 30, 115-122.
- Dulcic, J., Skakelja, N., Kraljevic, M. & Cetinic, P., 1998.** On the fecundity of the Black Seabream, *SpondylIOSoma cantharus* (L.), from the Adriatic Sea (Croatian coast). *Sci. Mar.*, 62(3): 289-294.

- El Haweet A., Hegazy M., Abuhatab H. & E. Sabry, 2005.** Validation of length frequency analysis for *Boops boops* (Bogue) growth estimation. *Egypt. J. Aqua. Res.*, 31: 399-408.
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L. & Lino, P.G., 1995.** Small hook longline selectivity study. Final Report, Project Ref. BIOECO/93/04. European Commission, DGXIV Fisheries, Universidade do Algarve, UCTRA, 90 p.
- Erzini, K., Goncalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G. & Cruz, J., 1996.** Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal longline fishery. *ICES J. Mar. Sci.* 53, 811–819.
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G. & Cruz, J., 1996.** Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal longline fishery. *ICES J. Mar. Sci.* 53, 811–819.
- Erzini, K., Goncalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G. & Ribeiro, J., 1998.** Species and size selectivity in a red seam bream longline ‘metier’ in the Algarve (southern Portugal). *Aquat. Living Res.* 11, 1–11.
- Erzini, K., Goncalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G. & Ribeiro, J., 1997.** Longline selectivity and biology of “red” seabreams (Sparidae). Final Report, Project Ref. Besugo C/1 94/059. European Commission, DGXIV Fisheries, Universidade do Algarve, UCTRA, 60 p.
- Erzini, K., Goncalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J. & Stergiou, K.I., 2003.** Quantifying the roles of competing static gears: comparative selectivity of longlines and monofilament gill nets in a multi-species fishery of the Algarve (southern Portugal). *Sci. Mar.* 67 (3), 341–352.
- Farrugio, H., 1975.** Observations sur deux langoustes de la Martinique *Panulirus argus* et *Panulirus guttatus*. Premières données biométriques et étude comparée de leurs croissances relatives. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 247: 12-20.
- Ferrandino, I. & Grimaldi, M.C. 2008.** Ultrastructural study of the pituicytes in the pituitary gland of the teleost *Diplodus sargus*. *Brain. Res. Bull.*, 75(1):133-137.
- Figueiredo M., Morato T., Barreiros J.P., Afonso P. & Santos, R.S., 2005.** Feeding ecology of the white seabream, *Diplodus sargus*, and the ballan wrasse, *Labrus bergylta*, in the Azores. *Fish. Res.*, 75: 107-119.

- Fischer, W., Schneider, M., & 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.
- Ford-Walford, L.A., 1946.** A new graphic method of describing the growth of animal. *Biol. Bull.*, 90(2): 141-147.
- Frehi, H., Couté, A., Mascarell, G., Perrette-Gallet, C., Ayada, M. & Kara, M.H., 2007.** Dinoflagellés toxiques et/ou responsables de blooms dans la baie d'Annaba. *C. R. biol.*, 330(8):615-628.
- Garcia-Rubies, A. & Macpherson, E., 1995.** Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Mar. Biol.* 124, 35-42.
- Gayanilo, F.C. Jr., Sparee, P. & Pauly, P., 1996.** The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8. Rome, FAO, 126 p.
- Geffen, A.J., 1983.** The disposition of otolith rings in atlantic salmon, *Salmo salar* L., embryos. *J. Fish Biol.*, 23: 467-474.
- Girardin, M. & Quignard, G.-P., 1986.** Croissance de *Boops boops* Linné. 1758 (poissons, Sparidés) dans le Golfe du Lion. *J. Appl. Ichthyol.* 2, 22–32.
- Gonçalves, J.M.S., 1998.** Pêche, biologie et dynamique de population de *Diplodus vulgaris* et *Spondyliosoma cantharus* (Poissons, Sparidae) de la côte de Sud-Ouest du Portugal. *J. Fish. Biol.*, 63: 59-72
- Gonçalves, J.M.S., 2000.** Biologia Pesqueira e Dinâmica Populacional de *Diplodus vulgaris* (Geoffr.) e *Spondyliosoma cantharus* (L.) (Pisces, Sparidae) na Costa Sudoeste de Portugal. Universidade do Algarve, UCTRA, Faro, Ph.D. Thesis, 369 pp.
- Gonçalves, J.M.S. & Erzini, K., 1998.** Habitudes d'alimentation de la dorade deux-réunie (*Diplodus vulgaris*) et de la brème de la Mer Noire (*Spondyliosoma cantharus*) (Sparidae) de la côte de Sud-West du Portugal. *Cybium*, 22(3) : 245-254.
- Gonçalves, J.M.S. & Erzini, K., 2000.** The reproductive biology of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris* et *Spondyliosoma cantharus*) from the SW Coast of Portugal. *J. Appl. Ichthyol.*, 16(3): 110-116.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Ribeiro, J. & Erzini, K., 2003.** Age and growth, maturity, mortality and yield per recruit for two banded bream (*Diplodus vulgaris* Geoffr.) from the south coast of Portugal. *Fish. Res.* 62 (3), 349–359.

- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M. & Erzini, K., 1997.** Weight-length relationship for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.* 30 (1997), pp. 253-256.
- Gordoa, A. & Moli, B., 1997.** Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean sea. *Fish. Res.*, 33(1-3): 123-129.
- Guidetti, P., 2000.** Differences Among Fish Assemblages Associated with Nearshore *Posidonia oceanica* Seagrass Beds, Rocky–algal Reefs and Unvegetated Sand Habitats in the Adriatic Sea. *Es. Coastal & Shelf Sc.* 50 (4): 515-529.
- Guidetti, P., Dulcic, J., 2007.** Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Mar. Env. Res.*, 6 : 168-184.
- Guillaume, J., Jaushik, S., Bergot, P. & Métailler, R., 1999.** Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. *INRA* (1999). 489 p.
- Harmelin-Vivien, M.L., Harmelin, J.G. & Leboulleux, V., 1995.** Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 301: 309-320.
- Hassan, M. A. 1990.** Comparative Biological studies between two species of family Sparidae *Boop boops* and *Boops salpa* in Egyptian Mediterranean water, M. Sc., Alexandria University.
- Hoar, W. S., 1957.** Gonads and reproduction. *In : physiology. OF Fishes.* M. E Brown, Acad. Press.
- Holzer, A.S., Montero, F.E., Repullés, A., Nolan, M.J., Sitja-Bobadilla, A., Alvarez-Pellitero, P., Zarza, C. & Raga, J.A., 2008.** *Cardicola aurata* sp. n. (Digenea: Sanguinicolidae) from Mediterranean *Sparus aurata* L. (Teleostei: Sparidae) and its unexpected phylogenetic relationship with *Paradeontacylix* McIntosh, 1934. *Par. Intern.* (sous-presse).
- Jadot, C. F., Houziaux, J-S. & Voss J., 2000.** Determination of the enzyme potentiality of the digestive tract of *Sarpa salpa* (L., 1758) (Teleostei: Sparidae) in order to study its diet in the Mediterranean Sea (Corsica France). *Com. Biochem. Physiol., Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 126 (1): 73.

- Jadot, C., Ovidio, M. & Voss, J., 2002.** Diel activity of *Sarpa salpa* (Sparidae) by ultrasonic telemetry in a *Posidonia oceanica* meadow of Corsica (Mediterranean Sea). *Aqua. Liv. Res.*, 15(6): 343-350.
- Jearld, A., 1983.** Age determination *In: Fisheries Techniques* Nielsen L. ED. Blacksburg: 301-324.
- José, A., Alarcón, M. & Alvarez, C., 1999.** Genetic identification of sparid species by isozyme markers: application to interspecific hybrids. *Aquaculture*, 173 (1): 95-103.
- Kara, M.H., 1997.** Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrarchus labrax* (Poisson Moronidé) du golfe d'Annaba. *Cah, Biol. Mar.*, 38 : 161-168.
- 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.
- Kentouri, M., 1981.** Données préliminaires sur les facultés d'adaptation a un aliment inerte (zooplancton congele) des post-larves de 11 espèces de poissons et crustacés marins. *Aquaculture*, 23, 73-82.
- Khemiri S., Gaamour A., Zylberberg L., Meunier F. & M.S. Romdhane, 2005.** Age and growth of bogue, *Boops boops*, in Tunisian waters. *Acta Adriat.*, 46: 159-175.
- Lagardere, F., Thibaudeau, K. & Begou Anars, M.L., 2000.** Feasibility of otolith marking in large juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*, using immersion in alizarin-red solutions. *ICES J. Mar. Sci.* 57 (4): 1175-1181.
- Lahaye, J., 1979.** Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Océanis*, 6(7): 637-654.
- Lahnsteiner, F. 2003.** Morphology, fine structure, biochemistry, and function of the spermatic ducts in marine fish. *Tissue & Cell.*, 35: 363-373.
- Le Bec, C., 1985.** Cycle sexuel et fécondité de la sole *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) du golfe de Gascogne, *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 47(3 et 4) : 179-189.
- Lea, E., 1910.** On the methods used in the herring investigations. *Publ. Circ. Cons. Int. Expl. Mer*, Copenhague, 53: 7-175.
- Lechekhab, S. 2007.** Contribution à l'étude de la fertilité chez *Pagellus erythrinus* : spermogramme et spermocytogramme. *Cybium*, 31(2) : 255-259.
- Lecomte-Finiger, R., 1999.** L'otolithe : la "boite noire" des téléostéens. *Année Biol.* 38 : 107-122.

- Lee, R.M., 1912.** A review of the methods of age and growth determination in fish by means of scales. *Fisheries Fish Inves.* London, 2(4): 32 p.
- Lenfant, P., 2002.** Hétérozygotie et valeur sélective : le cas du poisson marin, *Diplodus sargus* (Linné, 1758). *C. R. Biologies*, 325: 239-252.
- Lenfant, P. 2003.** Demographic and genetic structures of white sea bream populations (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758) inside and outside a Mediterranean marine reserve. *C. R. Biol.*, 326(8) : 751-760.
- Livadas, R.J., 1988.** A study of the biology and population dynamics of Pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758), Family Sparidae, in the sea of Cyprus. *FAO Fish. Rep.* 412, 58–76.
- Lombarte, A., 1992.** Changes in otolith area: sensory area ratio with body size and depth. *Environ. Biol. Fish.*, 33: 405-410.
- Loubens, G., 1980.** Biologie de quelques espèces de poissons du Lagon Néo-Calédonien. II. Sexualité et reproduction. *Cah. Ind. Pacif.*, 2(1) : 41-72.
- Lozano, I., Caldentey, M.A., Gonzalez, J.A., Carrollo, J. & Santana, J.I., 1990.** Talla de primera madurez sexual de seis esparidos de interes pesqero en Canarias. *Inf. Tec. Esp. Oceanog.*, 84 : 1-30.
- Madache, S., 2006.** Biologie de la bogue Boops boops, Linnaeus., 1758 (Poisson Sparidé) du golfe d'Annaba. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer, option : Sciences Halieutiques et Technologie des pêches, Université d'Annaba, Algérie.
- 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.
- Mariani, S., 2006.** Life-history- and ecosystem-driven variation in composition and residence pattern of seabream species (Perciformes: Sparidae) in two Mediterranean coastal lagoons. *Mar. Pol. Bull.*, 53(1-4): 121-127.
- Mayrat, A., 1959.** Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forskal). – *Bulletin de l'I.F.A.N.*, XXI, série A : 1.
- Mennes, F., 1985.** Multispecies assessment of fish stocks off the Western Sahara region with emphasis on the family Sparidae. *NAGA* 3 (3), 5–10.
- Micale, V., Perdichizzi, F. & Santangelo, G., 1987.** The gonadal cycle of captive white bream *Diplodus sargus* (L.) *J. Fish Biol.*, 31: 435-440.

- Miranda, J.R., 1996.** La Dorade grise en Manche: production, croissance, évaluation et analyse des paramètres d'exploitation. Université de Bretagne Occidentale-IFREMER Diplôme d'Etudes Approfondies, 30 pp.
- Monteiro, C.C., 2002.** Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (Southern Portugal). *Fish. Res.*, 59(1-2): 289-295.
- Monteiro, D.S. & Marques, V., 1998.** Peixes de Cabo Verde. Ministério do Mar, Gabinete do Secretário de Estado da Cultura. *M2- Artes Gráficas, Lda., Lisbon.* 179p.
- Monteiro, P., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Gonçalves, J.M.S., Lino, P., Ribeiro, J. & Erzini, K., 2006.** Age and growth, mortality, reproduction and relative yield per recruit of the bogue, *Boops boops* Linné, 1758 (Sparidae), from the Algarve (south of Portugal) longline fishery. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 345–352.
- Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Barreiros, J.P., Santos, R.S., Nash, R.D.M., 2001.** Weight-length relationships for 21 coastal fish species of the Azores, northeastern Atlantic. *Fish. Res.*, 50: 297–302.
- Moutopoulos, D.K. & Stergiou, K.I., 2000.** Growth of Fishes from Greek Marine Waters. *Fish. Res.*, 36(2–3) : 75–86.
- Munro, J.L. & Pauly, D., 1983.** A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* 1(1): 5–6.
- Nikolsky, G.V., 1963.** The ecology of fishes. Academic Press. 352 p.
- Nolf, D., 1985.** Otolithi piscium. In hand book of paleoichology, Vol. X (Schultze, L. & Kuhn, O., eds), Stuttgart, *Fischer Verlag* : 1-26.
- Nouacer, S., 2002.** Biologie et écologie du sparailon *Diplodus annularis* du Golfe d'Annaba, Thèse de Magister, Université d'Annaba, Algérie.
- Nouacer, S. & Djebbar, B.A., 2007.** Le sar *Diplodus annularis* (L., 1758) du golfe d'Annaba: croissances linéaire et pondérale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38 : 556.
- Nouacer, S. Ferhati, H. & Djebbar, B.A., 2007.** Cycles sexuels des sars (Sparidae) du golfe d'Annaba (Est algérien). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38 : 555.
- Osset, E.A., Fernández, M., Raga, J.A., Kostadinova, A., 2005.** Mediterranean *Diplodus annularis* (Teleostei: Sparidae) and its brain parasite: Unforeseen outcome. *Paras. Intern.*, 54(3): 201-206.
- Pajuelo, J.G. & Lorenzo, J.M., 1998.** Population biology of the common Pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. *Fish. Res.*, 36(2–3): 75–86.

- Pajuelo, J.G. & Lorenzo, J.M., 1999.** Life history of black seabream, *Spondylisoma cantharus* off the Canary Islands, Central-east Atlantic. *Environ. Biol. Fish.*, 54: 325–336.
- Pajuelo, J. G. & Lorenzo, J. M., 2001.** Estado de explotación de la chopo *Spondylisoma cantharus* (Linnaeus, 1758) en aguas de Gran Canaria (islas Canarias). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (3 - 4): 271-277.
- Pajuelo, J.G. & Lorenzo, J.M., 2002.** Growth and age estimation of *Diplodus sargus* *cadonati* (Sparidae) off the Canary Islands. *Fish. Res.*, 59 (1–2): 93–100.
- Pajuelo, J.P. & Lorenzo, J.M., 2004.** History of life of Seabream noir, *Spondylisoma cantharus*, in island of Canary, Central-East Sea Atlantic. Departamento de Biología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain. *Env. Biol. Fish.*, 54(3) : 325-336.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M. & Dominguez-Seoane, R., 2003 a.** Age estimation and growth of the zebra seabream *Diplodus cervinus cervinus* (Lowe, 1838) on the Canary Islands shelf (Central-east Atlantic). *Fish. Res.*, 62(1): 97-103.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M., Dominguez-Seoane, R., Ramos, A. & Gregoire, M., 2003 b.** On the population ecology of the zebra seabream *Diplodus cervinus cervinus* (Lowe, 1838) coast of the Canarian archipelago, North West Africa. *Env. Biol. Fish.*, 67(4): 407-416.
- 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.
- Paperna, I., 1997.** Epitheliocystis infection in wild and cultured sea bream (*Sparus aurata*, Sparidae) and grey mullets (*Liza ramada*, Mugilidae). *Aquaculture*, 10 (2) : 169-176.
- Pauly, D., 1993.** Fishbyte section editorial. *Naga, ICLAM Quart.* 16 (1993), p. 26.
- Pavlidis, M., Papandroulakis, N. & Divanach, P., 2006.** A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: Preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. *Aquaculture*, 258 (1-4): 211-219.
- Pérez, M.J., Rodríguez, C., Cejas, J.R., Martín, M.V., Jerez, S. & Lorenzo, A., 2007.** Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. *Comp. Biochem. Physiol. Part B* 146: 187–196.

- Pérez-del Olmo, A., Raga, A.J., Kostadinova, A. & Fernández, M., 2007.** Parasite communities in *Boops boops* (L.) (Sparidae) after the Prestige oil-spill: Detectable alterations. *Mar. Poll. Bull.*, 54(3): 266-276.
- Pérez-Ruzafaa, A., González-Wangüemerta, M., Lenfantb, F., Marcosa, C., García-Chartona, J.A., 2006.** Effects of fishing protection on the genetic structure of fish populations. *Biol. Conserv.* 129 : 244–255.
- Perodou, J.B. & Nedelec, D. 1980.** Bilan d'exploitation du stock de dorade grise. Science et Pêche. *Bull. Inst. Pêches marit.*, 308 : 1-7.
- Perodou, J.B. & Nedelec, D., 1982.** Development of the Black Sea Bream. CIM ICES Council Meeting 1982 (collected papers), C.M. 1982/G :27.
- Petrakis, J.M. & Stergiou, K.I., 1995.** Weight-length Relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res.* 21 (1995), pp. 465-469.
- Pita, C., Gamito, S. & Erzini, K., 2002.** Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *J. Appl. Ichthyol.* 18: 81-86.
- Ponce, M., Infante, C., Jiménez-Cantizano, R.M., Pérez, L. & Manchado, M., 2008.** Complete mitochondrial genome of the blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Perciformes: Sparidae), with high levels of length heteroplasmy in the Wancy region. *Gene*, 409 (1-2): 44-52.
- Pothin, K., Lecomte-Finiger, R., Chabanet, P. & Quod J.P., 2003.** Analyse du recrutement exceptionnel d'*Epinephelus merra* (Pisces : Serranidae) de l'île de la réunion (Océan Indien) à partir des otolithes. *Deuxièmes Rencontres de l'Ichtyologie en France*, RIF 2003, 25-28 mars 2003, Paris, France.
- Quéro, J.-C., 1984.** Les poissons de Mer des Pêches Françaises. Jacques Grancher Editeur. Paris.
- Quignard, J.P. & TomasinI, J.A., 2000.** Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (3): 1-66.
- Rachedi, M., 1999.** Contribution à la biologie du sar *Diplodus vulgaris*, E. Geoffroy St-Hilaire, 1817, du golfe d'Annaba. Mémoire de fin d'étude en Sciences de la Mer, option : Biologie des Pêches (DEUA). Université d'Annaba, Algérie.

- 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 (200), pp. 255-264.
- Riedl, R., 1986.** *Fauna y Flora del mar Mediterraneo*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- Rodríguez, C., Acosta, C., Badía, P., Cejas, J.R., Santamaría, F.J. & Lorenzo, A., 2004.** Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, B 139: 619-629.
- Rosecchi, E., 1985.** Ethologie alimentaire des Sparidae *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus uulgaris*, *Pagellus erythrinus*, *Sparus aurata* du Golfe de Lion et des Etangs palavasiens. Thèse doct., Univ. Sci. Tech. Languedoc, France.
- Saavedra, M., Conceição, L.E.C., Pousão-Ferreira, P., Dinis, M.T., 2006.** Amino acid profiles of *Diplodus sargus* (L., 1758) larvae: Implications for feed formulation. *Aquaculture*, 261, 587-593.
- Sabat, M., Hernandez, M.R., Munoz, M., & Casadevall, M., 2004.** Ovarien structure and annual reproductive cycle of *Scorpaena porcus*. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, 37: 431.
- Sadovy, Y., & Shapiro, D.Y., 1987.** Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia*, 1: 136-156.
- Safran, P., 1992.** Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.* 112 (1992), pp. 545-551.
- Sala, E. & Ballesteros, E., 1997.** Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 152, 273-283.
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Vasconcelos, P. & Monteiro, C.C., 2002.** Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fish. Res.* 59(1-2) : 289-295.
- Soletchnik, P., 1983.** Gestion de la dorade grise. *Eléments de Biologie. Océanis*, 9(1) : 23-32.
- Staicu, I. & Maxim, C., 1984.** La pêche Roumaine des Sparidés dans la région Nord du Copace pendant la période 1970-1984. *Institut Roumain de Recherches Marines Constantza – Roumanie*.
- Stequert, B., 1971.** Contribution à l'étude du sar *D. labrax* L. des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon. Thèse 3^{ème} cycle, Fac. Sc. Bordeaux. 149 p.

- Teissier, G., 1948.** La relation d'allométrie: sa signification statistique et biologique.
Biometrics, 4(1): 14-53.
- Tortonèse, E., 1975.** Osteichthyes, (Pesci ossei). Parte Seconda. Edizioni Calderini, Bologna.
Fauna Italia, (11) : 1-636.
- Valle, C., Bayle-Sempere, J.T., Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Giménez-Casalduero, F., 2007.** Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Est. Coastal & Shelf Sc.*, 72(1-2): 299-307.
- Wilson, D.P., 1958.** Notes from the Plymouth Aquarium. III. *J. Mar. Biol. Ass. U. K*, 37 : 299-307.
- Witthehead, P.G.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielson, J., & Toktonese, E. (eds), 1986.** Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Volume I – III. Paris: UNESCO.
- Zaghdoudi, F., 1997.** Contribution à la connaissance de la biologie du marbré *Lithgnathus mormyrus* du golfe d'Annaba. Mémoire de D.E.S en Océanographie, Université d'Annaba, Algérie.

RESUME

Intitulé : Contribution à la biologie de *Spondyliosoma cantharus* (Téléostéen, Sparidé) du golfe d'Annaba (Est, Algérie).

Auteur : Naïma BOUGHAMOU

Année : 2008-2009.

Cette étude est une contribution à la biologie d'un Sparidé côtier d'intérêt aquacole, le griset *Spondyliosoma cantharus* (L., 1758) du golfe d'Annaba. Elle s'insère dans le cadre d'un projet de recherche initié par le laboratoire bioressources marines et vise une meilleure connaissance de la biologie et de la dynamique des Sparidae côtiers de la région d'Annaba en particulier ceux d'intérêt économique. Elle a été réalisée sur un cycle annuel, où divers aspects d'intérêt fondamental pour la pisciculture marine, ont été abordés, telle que la caractérisation de la population du golfe d'Annaba, l'âge et la croissance, la reproduction et la fécondité.

Le travail présenté ici comporte trois parties essentielles. La première partie traite la biométrie des caractères numériques, métrique et des otolithes. Dans la deuxième partie, nous avons étudié l'âge et la croissance en utilisant deux méthodes directes, la scalimétrie et l'otolithométrie. Enfin, la troisième partie traite la biologie de la reproduction durant un cycle annuel. Divers aspects ont été abordés chez cette espèce : la sex-ratio, la taille à la première maturité sexuelle, la période de ponte, la fécondité et la dynamique ovocytaire.

Dans la première partie, nous avons étudié différents descripteurs de la biologie de cette espèce. L'analyse morphologique du *S. cantharus* indique que les valeurs numériques obtenues sont proches ou égales de celles rapportées par la littérature. Parmi les caractères métriques mesurés 53,33% présentent une croissance plus rapide que la longueur totale ou la longueur céphalique du poisson, 33,33% des caractères mesurés montrent une croissance moins rapide que la longueur totale ou céphalique du poisson et 13,33% des caractères mesurés seulement présentent une isométrie de croissance. La biométrie des otolithes révèle que la croissance des otolithes est lente par rapport à la croissance corporelle du poisson.

L'âge et la croissance ont été réalisés sur un échantillon de 501 spécimens mesurant entre 13,4 et 40 cm pour un poids individuel compris entre 32 et 1005 g. L'âge a été calculé directement par la lecture des écailles (la scalimétrie) et des otolithes *sagittas* (l'otolithométrie). La croissance de la dorade grise *S. cantharus* est marquée par le dépôt d'un seul anneau d'arrêt de croissance par an. La taille des poissons aux différents âges est déterminée par otolithométrie et le rétrocalcul pour une limite d'âge de 7 ans. La croissance linéaire et pondérale est exprimée mathématiquement en utilisant la méthode usuelle de Von Bertalanffy. La croissance relative est majorante chez *S. cantharus* du golfe d'Annaba. Les dorades grises mâles présentent une croissance plus rapide que celle des femelles, ce qui est rare chez les poissons téléostéens. Les paramètres du modèle théorique de Von Bertalanffy, déterminés chez les sexes séparés, confirment ce résultat.

Spondyliosoma cantharus se reproduit une seule fois dans l'année, entre février et mai à partir d'une longueur totale de 19,3 cm pour les femelles (2 ans), et de 21,3 cm (3 ans) pour les mâles. Sa stratégie de reproduction est de type hermaphrodite protogyne avec une inversion sexuelle qui se produit approximativement à une taille de 24,3 cm. Le rapport hépato-somatique, l'adiposité et l'embonpoint montrent des variations liées au cycle reproducteur et des différences entre les mûres et les immatures, notamment après l'acquisition de leur première maturité sexuelle. Le griset est un poisson maigre qui stocke et mobilise ses réserves énergétiques essentiellement au niveau du foie.

Le suivi de la dynamique ovocytaire montre l'existence d'une seule ponte par an. Le diamètre ovocytaire moyen est de $625,82 \pm 3,35 \mu\text{m}$. La fécondité absolue moyenne est estimée à 133693 ± 30898 œufs. La fécondité relative moyenne est de $478,28 \pm 59,92$ œufs/g.

Mots-clés : *Spondyliosoma cantharus*, Sparidae, morphologie, âge et croissance, reproduction, golfe d'Annaba, Algérie, Méditerranée.