

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement
du Littoral



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

Option : Halieutique

Thème :

**Contribution à l'étude de la biologie, de la croissance et de
l'exploitation de *Raja radula* (Elasmobranches, Rajidae)
dans la région Est du bassin algérien**

Présenté par :

MAHIEDDINE Mohamed Zohir

Soutenu le 02/12/2015 devant le jury composé de :

M. BELHASNAT R.....	Maître de conférences B....	ENSSMAL....	Président
Mme LADOUL S.....	Maître- Assistante B.....	ENSSMAL....	Examinatrice
Mme BOUFERSAOUI S....	Enseignante-chercheur.....	ENSSMAL....	Examinatrice
M. HEMIDA F.....	Professeur	ENSSMAL....	Promoteur

Année universitaire : 2014 - 2015

REMERCIEMENTS

J'exprime mes plus vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

-M. BELHASNET Khaled qui a l'amabilité de présider ce jury ;

- Mme LADOUL Sara qui me fait l'honneur d'évaluer ce travail;

-Mme BOUFERSAOUI Samira ; sa présence dans ce jury m'honore et je lui adresse ma profonde reconnaissance.

- M. HEMIDA Farid, qui a accepté de me responsabiliser pour ce thème ; je lui exprime reconnaissance et gratitude.

Je remercie tout particulièrement l'équipe du laboratoire halieutique de l'ENSSMAL, station de Sidi Fredj et spécialement à MM. SAHRAOUI Hamza et DAOUDI Mohamed.

Je remercie aussi vivement ma chère maman pour son soutien et ses encouragements, mon inestimable père qui n'a jamais cessé de croire en moi, mes adorables frères Fayçal et Ilyes qui sont mes plus proches complices.

Merci à tous mes amis ainsi qu'à toute la promotion halieutique pour tous les bons moments qu'on a pu avoir.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Chapitre Premier : DONNÉES GÉNÉRALES	2
1. Présentation de l'espèce.....	2
1.1. Position systématique.....	2
1.2. Description de l'espèce	3
2. Présentation de la zone d'étude.....	4
Chapitre Deuxième : MATÉRIEL et MÉTHODES	6
1. Reproduction.....	6
1.1. Echantillonnage.....	6
1.2. Traitement des échantillons.....	6
1.3. Appareil génital.....	7
1.3.1. Appareil génital femelle	7
1.3.2. Appareil génital mâle	8
1.4. Stades de maturité sexuelle.....	8
1.4.1. Chez la femelle	9
1.4.2. Chez le mâle	10
1.5. Sex-ratio	10
1.6. Rapport Gonado-Somatique (RGS)	11
1.7. Rapport Hépat-Somatique (RHS).....	11
2. Étude du régime alimentaire.....	11
2.1. Échantillonnage	11
2.2. Anatomie de l'appareil digestif.....	12
2.3. Prélèvement de la portion stomacale.....	13
2.4. Traitement des contenus stomacaux.....	13
2.5. Analyse du régime alimentaire.....	13
2.5.1. Analyse qualitative.....	13
2.5.2. Analyse quantitative.....	13
3. Paramètres de croissance et indices d'exploitation.....	14
3.1. Echantillonnage	14
3.2. Comparaison des tailles moyennes.....	15
3.3. Paramètres de la croissance linéaire.....	15
3.3.1 Analyse des structures d'âge.....	15
3.3.2 Analyse des structures de taille.....	17
3.4. Paramètres de croissance pondérale.	17
3.5. Indices d'exploitation.....	18
4. Exploitation.....	19
4.1. Modèle rétrospectif de Jones (1983).....	19
4.2. Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934).....	20
Chapitre Troisième : RÉSULTATS ET DISCUSSION	22
1. Reproduction.....	22
1.1. Stades de maturité sexuelle.....	22
1.1.1. Chez la femelle.....	22
1.1.2. Chez le mâle.....	23
1.2. Sex-ratio.....	26

1.2.1. Sex-ratio en fonction de la taille.....	26
1.2.2. Sex-ratio saisonnier.....	27
1.3. Rapport Hépat-Somatique (RHS)	27
1.4. Rapport Gonado-Somatique (RGS)	28
2. Régime alimentaire.....	30
2.1. Aspect qualitatif.....	30
2.2. Aspect quantitatif.....	30
2.2.1. Coefficient de vacuité.....	30
2.2.2. Fréquence et pourcentage en nombre	31
2.2.3. Nombre moyen (Nm et Nim)	32
2.2.4. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille.....	32
2.2.5. Variation du régime alimentaire en fonction des saisons.....	33
3. Paramètres de croissance et indices d'exploitation.....	35
3.1. Distribution des fréquences de taille de <i>Raja radula</i>	35
3.2. Comparaison des tailles moyennes.....	36
3.3. Paramètres de croissance linéaire.....	36
3.3.1 Analyse des structures d'âge.....	36
3.3.2 Analyse des structures de taille.....	37
3.4. Paramètres de croissance pondérale.....	40
3.5. Indices d'exploitation.....	45
4. Exploitation.....	43
4.1. VPA (données d'entrée).....	43
4.2. Analyse de production (Thompson et Bell, 1934).....	44
CONCLUSION	47
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	48
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre Deuxième : Matériel et Méthodes

Tableau II-1- : Stades de maturité sexuelle chez les femelles de Sélaciens ovipares.	9
Tableau II-2- : Stades de maturité sexuelle chez les mâles de Sélaciens ovipares.	10
Tableau II-3- : Procédure de calcul de l'analyse des cohortes de Jones (1983).	20
Tableau II -4- : Procédure de calcul du modèle prédictif de Thompson et Bell (1934).	21

Chapitre troisième : Résultats et Discussion

Tableau III-1- : Comparaison entre les différentes échelles de maturité sexuelle chez les femelles.	23
Tableau III-2- : Comparaison entre les différentes échelles de maturité sexuelle chez les mâles.	25
Tableau III-3- : Variation du sex-ratio en fonction de la taille chez <i>Raja radula</i> .	26
Tableau III-4- : Variation du sex-ratio en fonction des saisons chez <i>Raja radula</i> .	27
Tableau III-5- : Evolution du rapport Hépat-Somatique moyen par saison de <i>Raja radula</i> .	28
Tableau III-6- : Evolution du rapport Gonado-Somatique moyen par saison de <i>Raja radula</i> .	29
Tableau III-7- : Liste des différentes proies ingérées par <i>Raja radula</i> .	30
Tableau III-8- : Indices alimentaires calculés pour <i>Raja radula</i>	31
Tableau III-9- : Variation du nombre moyen des proies (Nim) en fonction de la taille.	33
Tableau III-10- : Variation du nombre moyen des proies (Nim) par estomac en fonction des saisons.	34
Tableau III -11- : Distribution des fréquences de tailles par sexe de <i>Raja radula</i> .	35
Tableau III-12- : Comparaison des tailles moyennes par sexe de <i>Raja radula</i> .	36
Tableau III-13- : Clés âge-longueur obtenus par les méthodes de Bhattacharya (1967) et NORMSEP.	36
Tableau III-14- : Couples L_{∞}/K obtenus par l'analyse de clé âge-longueur obtenu (Méthode de Tomlinson et Abramson (1961)).	36
Tableau III-15- : Paramètres de croissance de <i>Raja radula</i> .	37
Tableau III-16- : Paramètres de croissance obtenus par différents auteurs pour <i>Raja radula</i> .	39
Tableau III-17- : Paramètres de la relation taille-poids de <i>Raja radula</i> .	40
Tableau III-18- : Mortalité naturelle de <i>Raja radula</i> .	42
Tableau III-19- : Mortalité totale de <i>Raja radula</i> .	42
Tableau III-20- : Mortalité par pêche de <i>Raja radula</i> .	42
Tableau III-21- : Données d'entrée pour l'analyse de Thompson et Bell (1934) de <i>Raja radula</i> (mâles).	43
Tableau III-22- : Données d'entrée pour l'analyse de Thompson et Bell (1934) de <i>Raja radula</i> (femelles).	43
Tableau III-23- : Production, valeur de la production et la biomasse pour différents niveaux de F chez <i>Raja radula</i> .	44

LISTE DES FIGURES

Chapitre premier : Données générales

- Figure I-1- : *Raja radula*, femelle de 28.8 cm capturée dans la région Est du bassin algérien 3
- Figure I-2- : Répartition géographique de *Raja radula*. (Fischer et al., 1987) 4
- Figure I-3- : Région Est du bassin algérien. 5

Chapitre deuxième : Matériel et méthodes

- Figure II-1- : Appareil génital femelle *Raja Radula*. 7
- Figure II-2- : Appareil génital mâle *Raja Radula*. 8
- Figure II -3-: Appareil digestif de *Raja radula*. (A : Tractus digestif, B: Foie dégagé de la cavité abdominale) 12

Chapitre Troisième

- Planche I : Stades de maturité sexuelle chez les femelles de *Raja radula*. 22
- Planche II : Stades de maturité sexuelle chez les mâles de *Raja radula*. 24
- Figure III-1- : Variation du taux de féminité en fonction des classes de taille. 27
- Figure III-2- : Variation du sex-ratio en fonction des saisons de *Raja radula*. 27
- Figure III-3- : Evolution saisonnière de RHS moyen des deux sexes. 28
- Figure III-4- : Evolution saisonnière de RGS moyen des deux sexes. 29
- Figure III-5- : Valeurs du coefficient de vacuité chez *Raja radula*. 30
- Figure III-6- : Fréquences des proies ingérées par *Raja radula*. 31
- Figure III-7- : Pourcentage en nombre des proies ingérées par *Raja radula*. 32
- Figure III-8- : Variation du nombre moyen des proies (Nim %) selon la taille. 33
- Figure III-9- : Variation du nombre moyen de proies Nim (%), en fonction des saisons. 34
- Figure III-10- : Polygones de fréquence de taille des femelles et mâles de *Raja radula*. 35
- Figure III-11- : Distribution des fréquences de taille par la méthode de Bhattacharya chez les mâles (A) et les femelles (B) de *R. radula*. 37
- Figure III-12- : Résultats des paramètres L_{∞} et Z/K obtenus par la méthode de Powell-Wetherall chez les femelles (A) et les mâles (B) de *Raja radula*. 38
- Figure III-13- : Variation de R_n (scores) en fonction de K « étiquette K-Scan » et le couples de K/L_{∞} obtenue par ELEFAN I chez les mâles *Raja radula*. 38
- Figure III-13- : Variation de R_n (scores) en fonction de K « étiquette K-Scan » et le couples de K/L_{∞} obtenue par ELEFAN I chez les femelles *Raja radula*. 39
- Figure III-15-: Courbes de croissances linéaires de Von Bertalanffy. 40
- Figure III-16- : Courbes de tendance de type puissance de la relation taille-poids de *Raja radula*. 41
- Figure III-17- : Courbes de croissance pondérale de Von Bertalanffy. 41

Figure III-18- : Courbe de capture pour la détermination de la mortalité totale Z (méthode de Pauly, 1984). 42

Figure III-19- Évolution de la production, de la valeur et de la biomasse pour différents niveaux de F pour *Raja radula* (mâles) (Approche mono-spécifique). 45

Figure III-20- Évolution de la production, de la valeur et de la biomasse pour différents niveaux de F pour *Raja radula* (Femelles) (Approche mono-spécifique). 45

INTRODUCTION

Les requins, les raies et les chimères constituent le groupe des poissons cartilagineux (classe des Chondrichthyens) qui a évolué sur plus de 400 millions d'années.

Historiquement, ces poissons étaient considérés comme ayant une faible valeur économique pour les pêcheries industrielles (et par conséquent, ils étaient négligés par les organisations de gestion des pêcheries). De nos jours, beaucoup de ces poissons sont devenus la cible des pêcheries commerciales et récréatives à travers le monde. Ils sont aussi de plus en plus capturés en tant que prises accessoires dans les activités de pêche ciblant d'autres espèces. La plupart ont malheureusement les caractéristiques biologiques des espèces à stratégie K – croissance lente, maturité tardive, faible fécondité, durée de vie longue –, d'où de faibles taux d'accroissement de leurs populations (CAMHI *et al.*, 1998). Cela les rend très vulnérables à la surexploitation. Une fois décimés, leurs stocks ne se reconstituent que lentement.

Dans le bassin algérien, les Sélaciens ont une abondance qualitative et quantitative (HEMIDA, 2005) mais les informations existant sur les peuplements restent relativement peu nombreuses (DIEUZEIDE *et al.*, 1953 ; LALAMI, 1971 et HEMIDA, 2005).

D'après FISCHER *et al.*, (1987) la famille des Rajidae comprend 17 espèces en Méditerranée, toutes signalées par DIEUZEIDE *et al.*, (1953) dans le bassin algérien. Neuf sont recensées par FEGAS (1998) et 15 par HEMIDA (2005).

La liste rouge établie par l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) pour les chondrichthyens en mer Méditerranéenne n'a pas évalué le statut de *R. radula*, les données étant insuffisantes (CAVANAGH et GIBSON, 2007). Cette espèce a fait toutefois l'objet de quelques travaux : on peut citer CAPAPE (1974), concernant la biologie de la reproduction, KADRI *et al.* (2014a et 2014b) et CAHIDE et ISMEN (2014) relatifs à l'âge, la croissance et la relation taille-poids.

Le présent travail est une contribution à l'étude de la biologie de la reproduction, du régime alimentaire, de la croissance et de l'exploitation de *R. radula* dans la région Est du bassin algérien afin de pallier aux lacunes relatives à cette espèce.

Ce travail présente trois chapitres : le premier présente l'espèce étudiée, sa position systématique et la présentation de la zone d'étude ; le deuxième décrit les différentes méthodes d'étude (reproduction, régime alimentaire, croissance et exploitation) ; les résultats, leur interprétation ainsi que les discussions figurent dans le troisième chapitre.

Chapitre Premier : DONNÉES GÉNÉRALES

1. Présentation de l'espèce

La famille des Rajidae est caractérisée par un corps fortement aplati dorsoventralement, la tête, le tronc et les nageoires pectorales très élargies formant ainsi un disque rhomboïdal ou subcirculaire ; queue modérément mince, nettement distincte du disque, au moins une rangée médiane d'épines le long de la queue ; pelviennes bilobées, les deux lobes séparés par une échancrure plus ou moins profonde de leur bord externe (FISCHER *et al.*, 1987). Selon les mêmes auteurs, cette famille ne contient qu'un seul genre. On notera cependant que les sous-genres de *Raja* tels que *Dipturus*, *Rostroraja* et *Leucoraja* ont été élevés au rang de genres par la cladistique ; cette dernière est plus connue sous l'appellation de systématique phylogénétique, la classification des espèces y respectant de manière précise leurs liens phylogénétiques (HEMIDA, 2005).

Raja radula qui fait l'objet de cette étude ne présente pas de variabilité individuelle ; elle se distingue facilement des autres Rajidae, classés par HEMIDA (2005) dans la catégorie des raies à museau arrondi.

1.1 Position systématique

Les classifications traditionnelles (linnéenne et darwinienne) sont remplacées par la systématique phylogénétique. La classification phylogénétique des Sélaciens (JURD., 2000 ; LECOINTRE et Le GUYADER., 2001) cités par HEMIDA (2005) a été retenue pour le présent travail.

Règne : Eukaryota

Sous-Règne : Metazoa

Phylum : Chordata

Sous-Phylum : Craniata

Embranchement : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostoma

Classe : Chondrichtyens

Sous-Classe : Selacii ou Elasmobranchii

Infra-Classe : Neoselachii

Division : Squalea

Super-ordre : Hypnosqualea

Ordre : Rajiformes

Famille : Rajidae

Genre : *Raja* Linnaeus, 1758

Espèce : *radula* Delaroche, 1809

1.2 Description de l'espèce

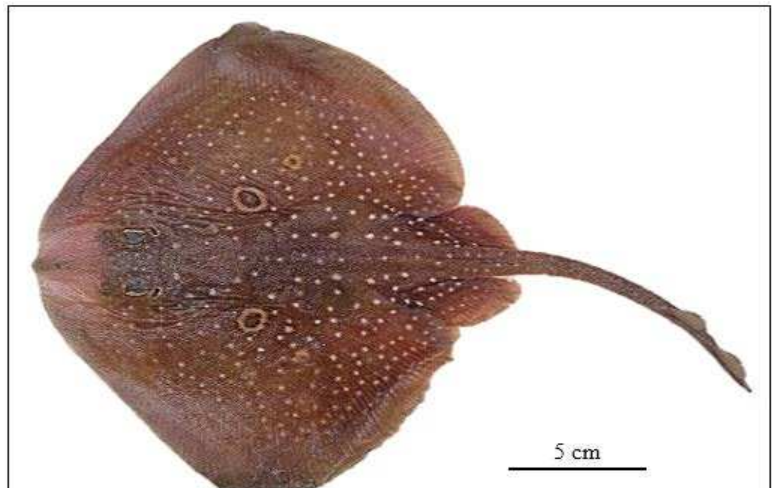
La description de l'espèce étudiée est basée sur les documents de DIEUZEIDE *et al.*, (1953) , FISCHER *et al.*, (1987) , FEGAS (1998) , PATRICK (2002) , HEMIDA (2005) , QUERO et PORCHE (2005) et FROESE et PAULY (2014).

Synonymes : *Raja quadrimaculata* Risso ;
Raja atra Müller et Henle, 1841

Etymologie : raja = raia, nom latin du poisson.
radula = racloire, grattoir.
quadrimaculata = à quatre taches.
atra = noir.

Noms vernaculaires : raspo (France), routh ray (Anglais), raya (Algérie)

Diagnose : Le disque (corps, tête et nageoires pectorales) a la forme d'un rhombe (losange) dont les saillies formées par le rostre et les angles externes sont très obtuses, presque arrondies. Le rostre est à peine proéminent. Les bords antérieurs du disque présentent de faibles ondulations. Les proportions de longueur et de largeur du disque, par rapport à la longueur totale, sont respectivement de 50 à 54 % et 62,5 à 70 %. Les yeux et les événements sont petits et placés en avant de la tête ; l'espace préorbitaire fait environ le 1/16 de la largeur du disque, il est 2,3 à 3 fois plus étendu que l'espace inter orbitaire.



Les mâchoires portent 36 à 43 rangées de dents. Chez les mâles adultes, elles sont placées en séries nettement verticales. Les dents des rangées médianes sont acérées, leur pointe légèrement relevée, est dirigée vers l'intérieur de la mâchoire. Les femelles et les jeunes ont des dents mousses, à contour arrondi, disposées en quinconce, mais qui peuvent facilement se compter en séries verticales.

La face dorsale est entièrement recouverte de spinules (Epine minuscule) très serrées. Les épines sont émoussées et placées vers les yeux ainsi que sur la ligne médiane du corps et de la queue. Celle-ci est armée de plusieurs rangées d'épines. Entre les deux dorsales, il y a généralement des éléments épineux.

Figure I-1- : *Raja radula*, femelle de 28.8 cm capturée dans la région Est du bassin algérien

La face dorsale est entièrement recouverte de spinules (Epine minuscule) très serrées. Les épines sont émoussées et placées vers les yeux ainsi que sur la ligne médiane du corps et de la queue. Celle-ci est armée de plusieurs rangées d'épines. Entre les deux dorsales, il y a généralement des éléments épineux.

En plus de la forme du disque les ocelles jouent un rôle dans la reconnaissance de l'espèce : ils sont sombres, ronds mais irréguliers à centre sombre cerclé d'un étroit anneau jaunâtre (quelques fois à petits points blanchâtres au centre) et d'un large anneau externe sombre parsemé de points blanchâtres (figure-I-1).

Deux colorations peuvent être observées : couleur ocrée et couleur sombre ainsi que les ocelles peuvent prendre des formes inhabituelles (déformation des anneaux). Certains individus possèdent des ocelles supplémentaires.

La longueur maximale est de 70cm ; elle est commune de 20 à 50 cm.

Biologie

Comme tous les Rajidés, *R. radula* est ovipare ; les femelles jointent les œufs dans des capsules.

La taille de première maturité sexuelle est de 30 cm de largeur du disque chez les mâles ; chez les femelles elle est à 34 cm.

La raie râpeuse se nourrit de Crustacés, Téléostéens et Céphalopodes.

Habitat et répartition géographique

Raja radula est une espèce démersale, elle fréquente des profondeurs entre 40 et 350 m.

Selon Fischer *et al.*, (1987) cette espèce est essentiellement méditerranéenne, connue sur tout le littoral de Méditerranée, et celui des mers voisines. Elle peut pénétrer dans l'Atlantique par le détroit de Gibraltar et se trouver sur les côtes voisines du Maroc et de l'Espagne (figure I-2).

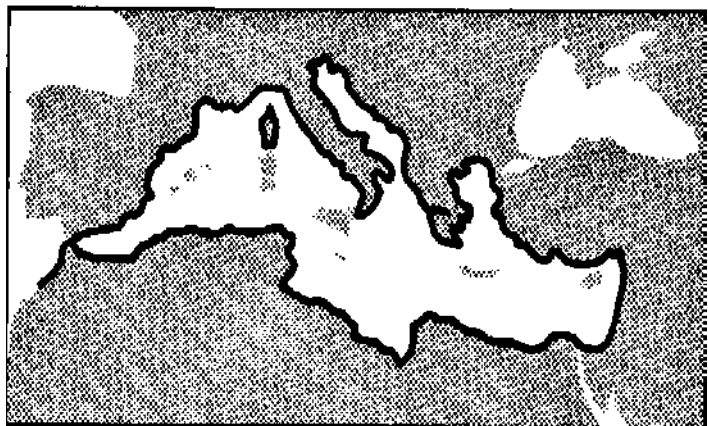


Figure I-2- : Répartition géographique de *Raja radula*.
(Fischer *et al.*, 1987)

2. Présentation de la zone d'étude

Le secteur oriental s'étend de la zone de Dellys (36°46'N – 4°54'E) à l'Ouest jusqu'au Cap Segleb (36°56'45''N – 8°36'57''E) à la frontières Algéro-tunisienne à l'Est. Ce secteur regroupe la région d'El Kala, le golfe d'Annaba, le golfe de Skikda, la baie de Jijel et le golfe de Bejaïa (figure. I-3). Il présente un large plateau continental (LECLAIRE, 1972).

Selon Grimes (2010), ce secteur est caractérisé par un ensemble de falaises plus aux moins élevées (<40 m) taillées dans les roches dures ignées (magmatique) et métamorphiques, dont les versants sont escarpés et couverts de sol et de végétation et dont la partie inférieure est battue par la mer.

Le golfe de Bejaia est limité à l'Ouest par le Cap Carbon et à l'Est par la Pointe de Cavallo. Le plateau continental, inexistant au droit du Cap Carbon, s'élargit brusquement à partir de la ville de Bejaia et apparaît ainsi bien individualisé dans le golfe, où la largeur maximale notée est de 12 km.

Dans sa partie Ouest, le plateau est raviné de -40 à -100m par un petit canyon (canyon de Bejaia) qui entaille le rebord du plateau avant de disparaître au-delà de -150m. Le plateau continental prend fin brusquement à l'aplomb du massif de Cavallo (actuelle El Aouana, dans la wilaya de Jijel), où sa largeur moyenne n'est plus que de 1,5 km (LECLAIRE, 1972).

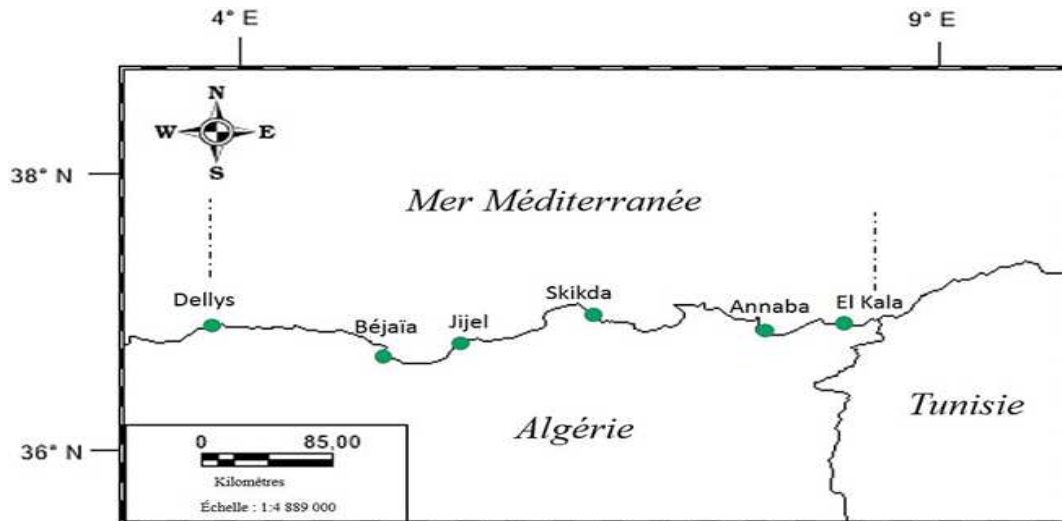


Figure I-3- : Région Est du bassin algérien.

Dans le golfe de Jijel, deux compartiments apparaissent. Le premier est le plateau sous-marin de Jijel qui est très accidenté et atteint son extension maximale (12 km) au droit du haut-fond de Jijel ; la pente lui succédant vers le large est très accrue. Le second est le secteur entre le haut-fond de Jijel et Ras Oum Achiche où le plateau continental présente une pente moyenne et très régulière (Leclaire, 1972).

Le golfe de Skikda est limité à l'Ouest par la pointe Esrah et à l'Est par le massif de Ras El Hadid (Cap de Fer) ; ce golfe est divisé en deux régions distinctes, la baie de Stora comprise entre la pointe Esrah et Ras Filfilah et la baie de Fetzara s'étendant de Ras Filfilah à Ras El Hadid.

Le plateau continental est étroit au niveau de la Pointe Esrah et disparaît au droit de Ras El Hadid ; ce plateau s'élargit en face des côtes basses avec une largeur moyenne comprise entre 10 et 15 km dans le cas des baies de Stora et de Fetzara. A partir de Ras Oum Achiche, le plateau disparaît presque complètement et devant le massif de Collo, il est pratiquement réduit à une banquette sous-marine de pente très raide (Leclaire, 1972).

Le golfe de Annaba forme l'aile orientale de la côte algérienne (LECLAIRE, 1972), il est délimité par Ras El Hamra à l'Ouest et Ras Rosa à l'Est ou commence la région d'El Kala, cette dernière est limitée à l'Est par Ain B'Har.

Selon les observations de différents auteurs LACOMBE et TCHERNIA, (1960); FURNESTIN et ALLAIN, (1962) et (1969) ; ALLAIN, (1960) et (1966) cités par HARCHOUCHE (2006), l'étude hydrologique de la région a révélé des phénomènes complexes. En effet, la zone est connue pour être soumise à l'influence des eaux profondes d'origine atlantique.

Chapitre Deuxième : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Reproduction

HEMIDA (2005) rappelle les deux grands modes de reproduction chez les Chondrichtyens : l'oviparité et la viviparité (placentaire et aplacentaire).

Les formes ovipares des chondrichtyens comprennent la totalité des Holocéphales, des Hétérodontidés et des Rajidés (MELLINGER, 2002)

Les espèces ovipares enferment les œufs dans des capsules et les déposent dans l'environnement, où les embryons se développeront à l'extérieur du corps de la génitrice. Les embryons restent dans la capsule afin de se développer pour une période de temps allant de moins de deux mois à plus d'une année (COMPAGNO, 1990 *in* CONTATH 2004).

Les Sélaciens ovipares présentent une ponte ininterrompue : les ovocytes sont émis par vagues successives avec des périodes de repos de durée mal délimitée, mais probablement courtes. Le cycle de reproduction dans ce cas est mal délimité dans le temps et on peut même estimer qu'il n'existe pas (HEMIDA, 2005).

1.1. Échantillonnage

14 individus dont 10 femelles et 4 mâles ont été échantillonnés au niveau de la pêcherie d'Alger, provenant de la région Est à raison de deux sorties matinales par semaine de janvier à juin 2015.

1.2. Traitement des échantillons

Le traitement des échantillons à l'état frais ou à l'état congelé a été réalisé au niveau du laboratoire de Sidi Fredj.

Les différents individus échantillonnés ont fait l'objet des mesures suivantes :

- Longueur totale (LT) à l'aide d'un ichthyomètre au centimètre ;
- Poids total (WT) et poids du poisson éviscéré (W_{ev}) ;
- Détermination du sexe ;
- Longueur des ptérygopodes (gauche et droit) pour les mâles (L_{pty}) ;
- Vérification du stade macroscopique de maturité sexuelle et description des caractéristiques des gonades : couleur, vascularisation, volume, visibilité et taille des ovocytes (petits, moyens, grands) pour les femelles ;
- Poids du foie (W_f) ;
- Poids des gonades (W_g);

1.3. Appareil génital

Les documents de CONRATH (2004) et de TIXIER et GAILLARD (1969) ont servi de référence pour la description des appareils génitaux femelle et mâle.

1.3.1. Appareil génital femelle

L'appareil génital femelle est symétrique par rapport à la colonne vertébrale, composée de chaque côté par un ovaire et un oviducte relié par un ostium, une glande oviducale et une partie terminale dilatée dite utérus sa partie supérieure est appelée cervix (la jonction de l'utérus et du sinus urogénital) qui mène au conduit urogénital qui se termine dans le cloaque (fig. II-1).

L'ovaire et l'oviducte sont légèrement associés, mais ils ne sont pas continus, attachés à la paroi abdominale par un mésovarium. L'ovaire se compose d'ovocytes, de follicules en développement et chargé de stroma de tissu conjonctif lâche ; ses fonctions sont : la génération des cellules germinales, l'acquisition et l'accumulation des œufs et la biosynthèse et la sécrétion des hormones.

L'ostium est l'ouverture formée par la partie antérieure de l'oviducte qui a le rôle de rassembler les œufs ovulés.

Les glandes oviducaltes jouent un rôle très important de par le fait de stocker le liquide séminal lors de la fécondation mais aussi par leur rôle d'encapsulation.

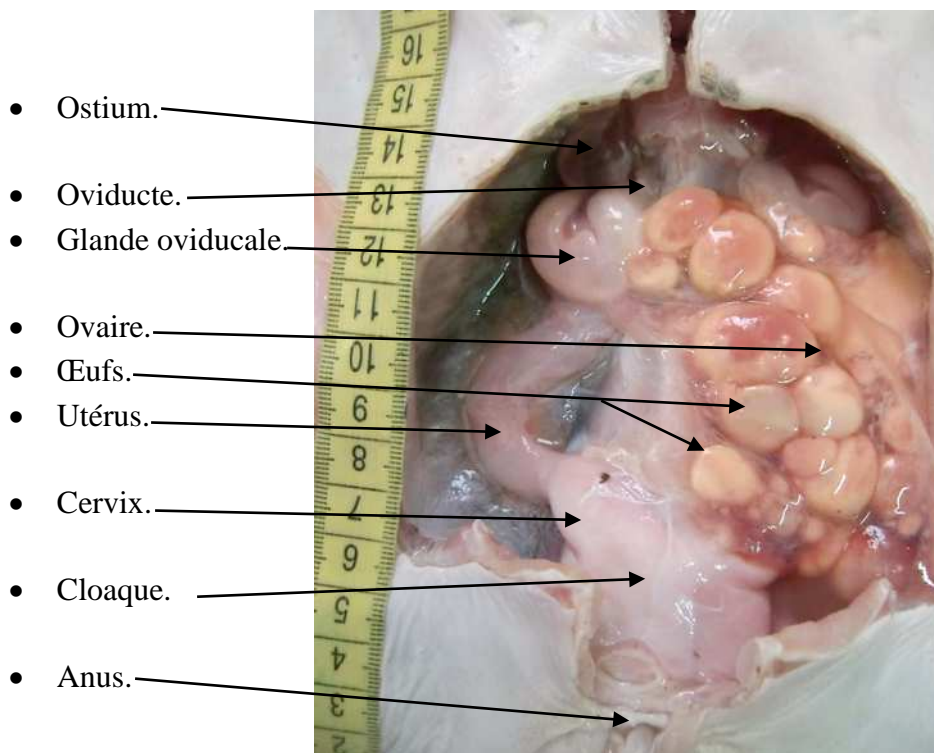


Figure II 1- Appareil génital femelle de *Raja radula*.

1.3.2. Appareil génital mâle

Le système génital mâle se compose de deux testicules, deux conduits génitaux (épididyme, canal de Wolff et vésicule séminale) et deux organes secondaires appelé ptérygopodes (fig. II-2)

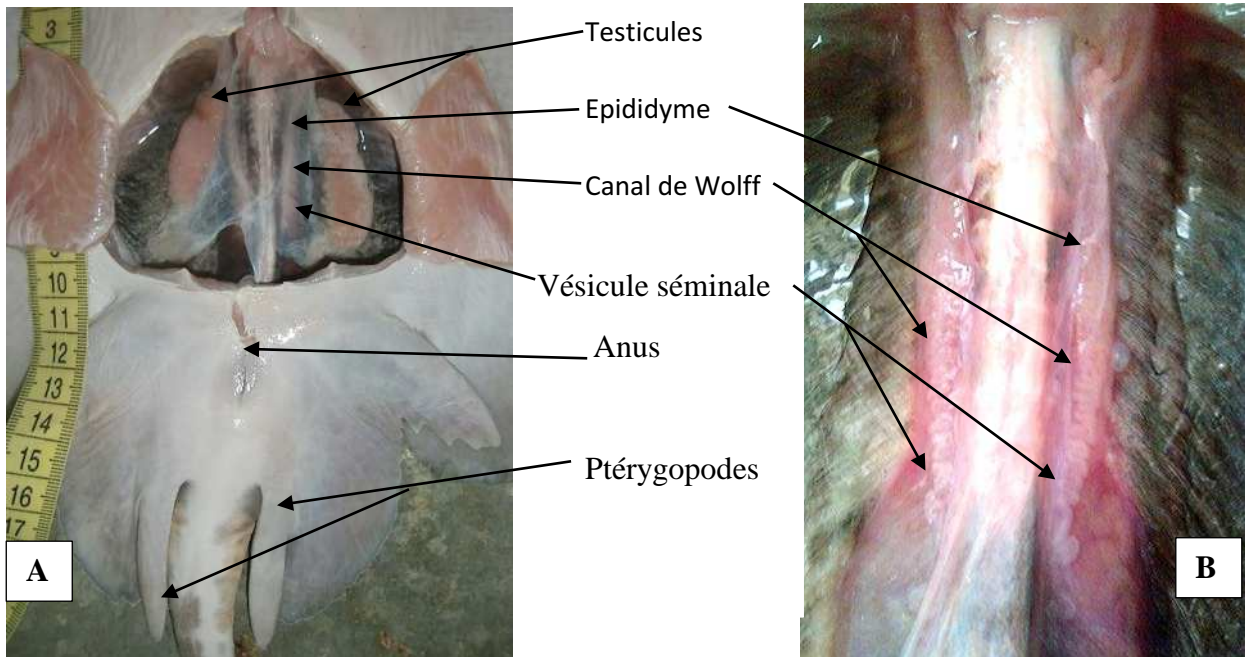


Figure II -2- Appareil génital mâle de *Raja radula*.

(A : Vue générale, B : conduits génitaux après prélèvement des testicules)

1.4. Stades de maturité sexuelle

On accorde à l'expression "stades de maturité" une signification particulière. Elle est employée non pas pour indiquer que le poisson est mûr sexuellement, mais pour signifier le degré de maturité des gonades (HEMIDA, 1987).

Plusieurs études ont été menées afin de décrire les stades de maturité des Sélaciens ovipares, mais ne concernant pas spécialement *Raja radula*. Nous nous sommes donc basés sur les travaux faits sur les espèces de la même famille ; on peut citer les auteurs suivants : STEHMANN (2002), CAPAPE (2004) et WKMSSEL (2012).

1.4.1. Chez la femelle

Le principal critère pour déterminer le stade de maturité chez les femelles est l'état du tractus génital, tout en prenant en considération la taille, la coloration, la vascularisation, la contenance de l'ovaire et de l'utérus, ainsi que la présence ou non de capsules dans ce dernier, sans négliger le développement des glandes oviducales.

Les échelles élaborées par STEHMANN (2002) comportent 4 stades, où la ponte comporte 3 stades ; celle élaborée par le WKMSSEL (2012) comporte 6 stades. Le tableau II-1- synthétise les résultats

des deux travaux cités en se basant sur les principaux caractères des trois axes de développement des stades de maturité sexuelle (immature, murissant et mature).

Tableau II 1- Stades de maturité sexuelle chez les femelles de Sélaciens ovipares

Stades	Aspect macroscopique
Immature	L'ovaire est petit et blanchâtre ; les ovocytes ne peuvent pas être distingués. Les glandes oviduciales sont souvent non visibles. Chez quelques espèces l'épaisseur de l'utérus où se passera le développement de la capsule peut être visible. Ce dernier est filiforme et étroit.
Murissant	L'ovaire présente des follicules de différents stades de développement, quelques petits et moyens ovocytes. Les glandes oviduciales se distinguent et sont en développement. L'utérus commence à s'élargir.
Mature	L'ovaire est large avec des ovocytes petits, moyens et grands prêts à être ovulés ; il peut être flasque avec quelques ovocytes de différentes tailles, caractérisé par l'étroitesse des follicules vitellogéniques en post ponte. Les glandes oviduciales sont complètement développées, mais peuvent être rétrécies. L'utérus est complètement développé avec présence ou non d'œufs encapsulés pouvant être élargi et flasque en post ponte.

1.4.2. Chez le mâle

Deux méthodes peuvent servir à la détermination du degré de maturité chez les mâles. La première se base sur la vérification du tractus génital, en prenant en considération la taille des testicules et leur vascularisation, la taille et la contenance des conduits en spermatozoïdes. La deuxième méthode se base sur l'analyse des ptérygopodes avant la dissection, grâce à leurs longueurs, forme, et surtout leur degré de calcification.

L'échelle élaborée par CAPAPE *et al.*, (2004) comporte 3 stades ; celle de STEHMANN (2002) comporte 4 stades et celle élaborée par le WKMSSEL (2012) comporte 5 stades. Le tableau II-2- résume les résultats des différents travaux cités, en prenant en considération les deux méthodes afin d'avoir toutes les informations possibles.

Tableau II 2- Stades de maturité sexuelle chez les mâles de Sélaciens ovipares.

Stades	Aspect macroscopique
Immature	Les ptérygopodes sont flexibles, non-calcifiés et plus courts que les nageoires pelviennes. Les testicules sont petits et non développés et les conduits sont droits et filiformes.
Mûrissant	Les ptérygopodes sont flexibles, partiellement calcifiés et couramment de même longueur que les nageoires pelviennes. Les testicules sont en développement et les conduits commencent à se spiralé.
Mature	Les ptérygopodes sont rigides, complètement calcifiés, plus longs que les nageoires pelviennes (chez quelques espèces de requins ils ont la même longueur que les nageoires pelviennes). Les testicules sont complètement développés pouvant être rétractés et flasques. Les conduits sont fortement spiralés contenant du sperme pouvant être vides et flasques.

1.5. Sex-ratio

C'est un indice qui désigne la proportion des individus de chaque sexe d'une population d'une espèce donnée ; le sex-ratio ou proportion des sexes, s'exprime sous différentes formes (KARTAS et QUIGNARD, 1984).

Sex-ratio global: M/F ou F/M (M: nombre de males; F: nombre de femelles).

Taux de féminité = $[F / (F + M)] \times 100$ avec F, nombre de femelles et M, nombre de mâles.

Taux de masculinité = $[M / (F + M)] \times 100$ avec F, nombre de femelles et M, nombre de mâles.

Rapport du nombre de mâles au nombre des femelles (sex-ratio =M/F)

Nombre de mâles pour 100 femelles (M/F) *100

Nombre de femelles pour 100 mâles (F/M) *100

Pour le présent travail on a exprimé le sex-ratio par le taux de féminité.

1.6. Rapport gonado-somatique (RGS)

Les variations du poids des gonades permettent de chiffrer leurs transformations morphologiques.

On peut ainsi établir le rapport gonado-somatique (RGS) exprimé en pourcentage (BOUGIS, 1952 *in* HEMIDA, 1987)

Dans notre étude, nous avons opté pour la modification établie par LAMRINI (1983 et 1988) et utilisée par BOUFERSAOUI (2012) ou le poids total (Wt) a été remplacé par le poids éviscéré, afin de réduire les erreurs.

Le RGS est calculé par la manière suivante : $RGS = \frac{Wg}{W_{ev}} * 100$

Wg: poids des gonades (g). Wev: poids éviscéré du poisson (g).

1.7. Rapport hépato-Somatique (RHS)

D'après Bougis (1952 in HEMIDA, 1987) le RHS ou rapport hépato-somatique est le rapport entre le poids du foie (W_f) et le poids éviscéré (W_{ev}) du corps exprimé en pourcentage.

Le rapport hépato-somatique (RHS) est calculé par la formule suivante :

$$RHS = \left(\frac{W_f}{W_{ev}} \right) * 100$$

W_{ev} : le poids du poisson éviscéré (g). W_f : le poids du foie (g).

L'évolution du RHS renseigne sur l'éventuelle participation du foie dans la maturation des gonades. Chez les poissons maigres, le foie accumule les lipides qui passent ensuite dans les gonades ; ainsi, les valeurs maximales du RHS précèdent celle du RGS. Toutefois chez les poissons gras, les graisses sont accumulées dans les muscles et dans les viscères. L'organe hépatique n'intervient donc pas dans le développement des gonades, dans ce cas le RHS évolue parallèlement au RGS (HEMIDA, 1987).

2. Étude du régime alimentaire

L'étude des habitudes alimentaires des poissons permet d'expliquer les réactions intra et interspécifiques qui régissent d'une part les phénomènes de compétitions, les moyens de détection, de prise de proie et de partage des ressources, et d'une autre part les variations de croissance et les migrations trophiques (HYSLOP, 1980 in LADOUL 2011).

FISCHER *et al.*, (1987), QUERO et PORCHE (2005) et FROESE et PAULY (2013) ont signalé que les Crustacés, les Téléostéens et les Céphalopodes composent la base de la nourriture de la raie râte.

2.1. Échantillonnage

Les 14 individus disséqués pour l'étude de la reproduction ont servi à l'étude du régime alimentaire, pour déterminer l'indice de vacuité et la nature du régime alimentaire de *Raja radula*.

2.2. Anatomie de l'appareil digestif

La description de l'appareil digestif représenté dans la figure II-3 a été l'objet d'une synthèse de TIXIER et GAILLARD (1969). Lorsqu'on incise le ventre depuis l'axe des nageoires pelviennes jusqu'à l'extrémité antérieure de la cavité abdominale, c'est le foie, une glande annexe du tube digestif que l'on trouve en premier. Il présente trois lobes dont deux gros et pointus, où la couleur varie entre le gris-vert et le brun-rouge foncé (figure II-3-B). Le système digestif est constitué de deux organes voisins, l'œsophage et l'estomac. L'extrémité antérieure de l'estomac (aussi appelée estomac cardiaque) est un sac en forme de « J » qui est rattaché à la partie postérieure de l'estomac (appelée estomac pylorique) et qui est courbé antérieurement. L'estomac pylorique se termine à une constriction appelée le pylore, qui mène à un court duodénum puis à la valvule spirale de l'intestin,

plus grosse et toute enroulée et tordue. La fonction de la valvule spirale de l'intestin est d'accroître la superficie pour la digestion et l'absorption des aliments, tout en laissant assez d'espace dans la cavité abdominale pour le gros foie et les capsules d'œufs. La valvule spirale, quant à elle, mène au rectum puis à l'anus, qui s'ouvre dans le cloaque, une cavité qui sert d'orifice pour les voies intestinales, urinaires et génitales.

Le pancréas est une glande qui favorise la digestion en sécrétant des enzymes digestifs dans le duodénum. Il est constitué de deux lobes reliés : un lobe ventral, qui contient un canal par lequel les sécrétions pancréatiques entrent dans le duodénum et un lobe dorsal. Les deux lobes sont généralement de couleur rosée.

La rate est un organe brun foncé, de forme triangulaire ou légèrement allongée, qui repose contre l'estomac. Toutefois, elle n'a pas de rôle dans le processus digestif. Elle fait plutôt partie du système lymphatique, qui constitue un élément essentiel du système immunitaire.

La glande rectale est un petit organe en forme de doigt qui emmagasine d'importantes quantités de sel excédentaire (ou chlorure de sodium) du sang en vue de les excréter par l'anus.

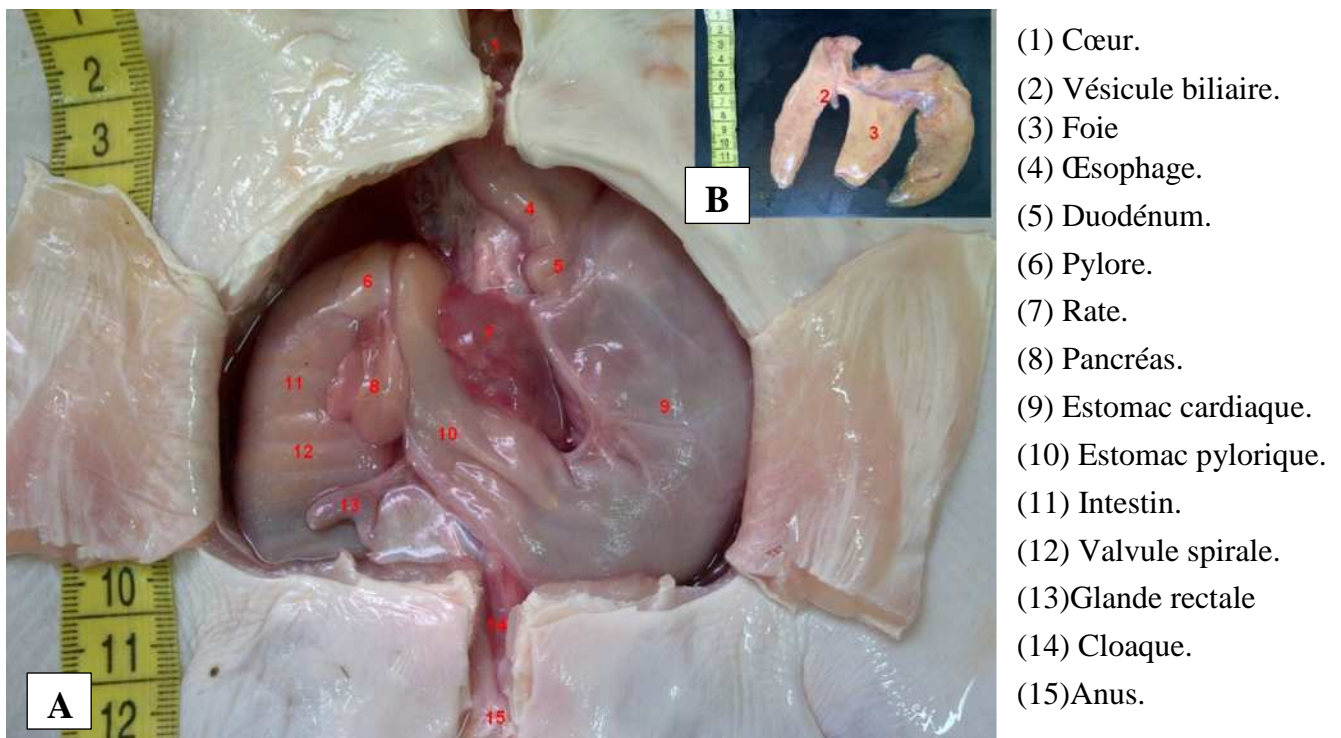


Figure II -3- Appareil digestif de *Raja radula*.

(A : Tractus digestif, B : Foie dégagé de la cavité abdominale)

2.3. Prélèvement de la portion stomacale

La dissection s'est effectuée en réalisant une incision abdominale longitudinale depuis l'axe des nageoires pelviennes jusqu'à la cavité branchiale ; deux incisions supplémentaires sont effectuées le long de la paroi abdominale afin de faciliter les prélèvements. On prélève le foie puis l'estomac après la réalisation de deux sections transversales, l'une au niveau de l'œsophage, l'autre près du

pylore. Les estomacs ainsi prélevés sont pesés, puis conservés dans des piluliers contenant une solution de formol à 10%, qui outre ses propriétés de conservation provoque un durcissement des tissus de la paroi stomacale et des proies ce qui facilite les observations ultérieures (CHERABI, 1987).

2.4. Traitement des contenus stomacaux

Chaque estomac est ouvert par une incision longitudinale et vidé de son contenu dans une boîte de pétri.

Les grosses proies de chaque estomac sont triées à l'œil nu pour leur identification jusqu'à l'espèce quand c'est possible et ce qui reste est examiné sous une loupe binoculaire à différents grossissements ; puis les proies sont comptabilisées.

Les proies ont été déterminées à partir des parties restantes (yeux et becs chez les Mollusques, pinces chez les Crustacés ; otolithes chez les Poissons).

Le dénombrement des proies a été réalisé selon certains critères établis par CHERABI (1987) :

- les fragments de Crustacés et des Polychètes sont considérés comme des unités de proies.
- lorsque dans un contenu stomacal, il est impossible de distinguer des individus de même espèce ou d'espèces différentes, l'ensemble des débris est considéré comme une proie unique.
- pour les Mysidacés, les Céphalothorax ou les telsons sont utilisés pour le comptage.
- les estomacs contenant des débris de sédiment et les estomacs parasités sont signalés seulement.
- les poissons dont l'état avancé de digestion ne permettait pas la détermination ont été classés dans les divers ou indéterminés.

2.5. Analyse du régime alimentaire

2.5.1. Analyse qualitative

LADOUL (2011) a indiqué que cette analyse permet de donner une liste aussi complète que possible des différentes proies consommées.

L'identification des fragments de proie s'est basée sur les ouvrages : TREGOUBOFF et ROSE (1957) ; FISCHER *et al.* (1987) ; CHEMLI et OUHAMOU (2010).

2.5.2. Analyse quantitative

Cette analyse complète la précédente et permet de préciser l'importance relative des différentes proies dans la composition globale de la nourriture, de mettre en évidence les variations éventuelles du régime alimentaire en fonction de la taille des poissons, de la profondeur de capture et de la saison. QUIGNIOU (1978 *in* CHERABI, 1987), HYNES (1950 *in* HYSLOP, 1980), SORBE

(1980), ROSECCHI et NOUAZE (1985) et PILLAY (1952 *in* CHERABI, 1987) cités par LADOUL (2011) ont élaboré trois méthodes d'analyse.

Il s'agit des méthodes volumiques, pondérales et numériques. Cette dernière est basée essentiellement sur l'importance numérique des proies et permet de connaître les préférences nutritives de l'espèce considérée grâce à un certain nombre d'indices alimentaires :

- a) le coefficient de vacuité (CV) : pourcentage d'estomacs vides par rapport au nombre total d'estomacs examinés.
- b) l'indice de fréquence d'une proie (F) : rapport entre le nombre d'estomacs contenant cette proie (n) et le nombre total d'estomacs pleins examinés.

La classification adoptée par CHERABI (1987), HARCHOUCHE (2006) et LADOUL (2011) classe les différents groupes de proies composant la nourriture d'un poisson en trois catégories d'après leur fréquence F :

- $F < 10\%$: proies accidentelles, elles n'ont aucune signification particulière dans le régime alimentaire.
 - $10\% < F < 50\%$: proies secondaires, elles représentent une nourriture d'appoint ou de remplacement lorsque la nourriture principale fait défaut.
 - $F > 50\%$: proies préférentielles, elles peuvent satisfaire seules les besoins énergétiques de leurs prédateurs. Le nombre total des diverses proies, exprimé en pourcentage.
- c) le pourcentage en nombre (Cn) : rapport entre le nombre d'individu d'une proie déterminée (n) et le nombre total des diverses proies exprimée en pourcentage.
 - d) le nombre moyen de proies par estomac (Nm) : rapport du nombre total des diverses proies par le nombre d'estomacs examinés.
 - e) le nombre moyen d'individus par estomac pour la proie i (Nim) : rapport du nombre total des individus de la proie i par le nombre d'estomacs pleins examinés.

3. Paramètres de croissance et indices d'exploitation

3.1. Échantillonnage

Un total de 145 individus a été mesuré à un rythme de deux sorties par semaine au niveau de la pêcherie d'Alger durant la période allant de janvier à juin 2015.

Les mensurations exprimées en centimètre sont définies de la manière suivante :

LT : longueur totale, distance mesurée du museau à l'extrémité de la queue.

L_D: longueur du disque, distance mesurée du museau à l'extrémité postérieure des nageoires pectorales.

D_D: largeur du disque, distance séparant l'extrémité des ailes.

Le poids total (WT) de l'animal à l'état frais a été exprimé en grammes.

Détermination du sexe : la détermination du sexe s'est effectuée grâce au dimorphisme sexuel existant, les mâles présentant des organes copulateurs ou ptérygopodes.

Le regroupement des individus échantillonnés en classes de taille a été effectué à l'aide du logiciel Statistica 5.1. (Stat soft, 1997)

3.2. Comparaison des tailles moyennes

La valeur de l'écart réduit ε (SCHWARTZ, 1992) permet de comparer les tailles moyennes des mâles et des femelles, dans le cas des grands échantillons :

$$\varepsilon = \frac{|m1 - m2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n1} + \frac{\sigma_2^2}{n2}}}$$

$m1$: moyenne de l'échantillon 1 ; σ_1^2 variance de l'échantillon 1 ; $n1$: effectif de l'échantillon 1.

$m2$: moyenne de l'échantillon 2 ; σ_2^2 variance de l'échantillon 2 ; $n2$: effectif de l'échantillon 2.

Si ε calculé $< \varepsilon$ tab, la différence est non significative.

Si ε calculé $> \varepsilon$ tab, la différence est significative.

3.3. Paramètres de croissance linéaire

L'étude de la croissance revient à déterminer la taille corporelle en fonction de l'âge de sorte que toutes les méthodes d'évaluation des stocks s'appuient essentiellement sur des données de composition par âge (SPARRE et VENEMA, 1996). Parmi les différents modèles élaborés pour cette étude le modèle de von Bertalanffy (1934 *in* SPARRE et VENEMA, 1996) est devenu l'un des fondements de la biologie des pêches dans la mesure où il sert de sous modèle dans des modèles plus complexes décrivant la dynamique des populations. Le modèle mathématique décrit par la formule suivante exprime la longueur L en fonction de l'âge t (ou le temps), généralement exprimé en années.

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

L_∞ : la taille asymptotique (longueur asymptotique quand t tend vers l'infini) en centimètre.

L_t : la taille totale du poisson en centimètre à l'instant t (ans).

K : coefficient de croissance (an^{-1}).

t_0 : Âge hypothétique. Temps où la longueur est supposée nulle.

3.3.1 Analyse des structures d'âge

Le NORMSEP, Normal Distribution Separator Using Steepest Descend Method (HASSELBLAD, 1966, HASSELBLAD et TOMLINSON, 1971 *in* SPARRE et VENEMA, 1996) est l'un des premiers programmes informatiques à avoir séparé les fréquences en composantes normales, afin d'obtenir une clé âge-longueur. En se basant sur la méthode de vraisemblance, la mesure de la qualité de l'ajustement utilisée par cette méthode est étroitement apparentée au "critère chi-carré".

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{\text{obs}}(L) - f_{\text{c total}}(L))^2}{f_{\text{c total}}(L)}$$

$f_{\text{c total}}(L) = f_{\text{c1}}(L) + f_{\text{c2}}(L) + \dots + f_{\text{ci}}(L)$

χ^2 : chi-carré

$f_{\text{obs}}(L)$: fréquence observée dans la classe de longueur L.

$f_{\text{c total}}(L)$: fréquence calculée (théorique) totale.

$f_{\text{ci}}(L)$: fréquence calculée (théorique) de chaque cohorte.

Le critère chi-carré est une mesure standard de la qualité de l'ajustement dès lors qu'on a affaire à des fréquences (SPARRE et VENEMA, 1996). Ces derniers mentionnent que cette méthode de vraisemblance estime ces paramètres de telle sorte que la somme des carrés des écarts entre le modèle et les observations soit minimale. Le programme fonctionne par processus itératif. Ce qui veut dire, il doit recevoir au départ une solution approchée. Par conséquence, pour pouvoir commencer l'estimation, nous avons besoin d'une estimation de la solution. Pour cela on fait appel à la méthode de BHATTACHARYA, (1967 *in* SPARRE et VENEMA, 1996) qui consiste à séparer des composantes normales représentant chacune une cohorte de poisson (groupe d'âge) de la distribution globale. Une fois la première composante normale déterminée, elle est retirée de la distribution globale et ainsi de suite, tant qu'il est possible de séparer des composantes normales de la distribution globale. Cette séparation se porte sur la recherche des points consécutifs sur des pentes négatives, qui permettent de déterminer le nombre des composantes (groupe d'âge)

Enfin pour chaque itération correspond un chi-carré (χ^2) ; le programme va faire une comparaison entre le (χ^2) de la précédente et la présente itération. Si le (χ^2) de cette dernière est approximativement égal au (χ^2) de la précédente, la fréquence théorique correspondante va être acceptée. Dans le cas contraire, celle-ci sera refusée.

Les couples de données âge-longueur obtenus par le logiciel NORMSEP, sont introduits dans le programme FISAT II (GAYANILO et *al.*, 2003) pour l'obtention des paramètres L_{∞} , K et t_0 de l'équation de croissance linéaire de VON BERTALANFFY (1934). La méthode considérée pour le calcul de ces derniers est celle de TOMLINSON et ABRAMSON (1961 *in* HEMIDA, 2005), basée sur l'ajustement de type de moindre carré.

Vu que le logiciel FISAT II donne une valeur nulle de t_0 par défaut, ce paramètre sera estimé par l'équation de PAULY (1980a *in* PAULY 1985) :

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \log L_{\infty} - 1.038 * \log K$$

3.3.2 Analyse des structures de taille

➤ Approche de Taylor (1958)

La valeur de la longueur asymptotique peut être estimée par la relation empirique établie par Taylor (1958a *in* Pauly 1980) : $L_{\infty} = L_{\max} / 0.95$

L_{\max} est la longueur du plus grand poisson mesuré dans un stock bien échantillonné.

➤ Méthode de Powell (1979) -Wetherall (1986)

Wetherall (1986) a développé une méthode mathématique rigoureuse pour l'estimation de L_{∞} et de Z/K à partir des fréquences de longueurs représentatives d'une population à l'équilibre. Cette méthode analyse donc les structures de taille, elle ne nécessite pas d'informations sur l'âge. (Hemida, 2005).

L'équation de la droite obtenue s'écrit :

$$\bar{L} = b + aL_i, \text{ d'où } L_{\infty} = b/(1 - a) \text{ et } Z/K = a / (1 - a)$$

Les calculs sont effectués par le logiciel FISAT II version 1.1.2. Dans le module "Assess", on sélectionne "Direct Fit of L/F data" ; puis l'option : "Powell- Wetherall's Plot".

➤ **Méthode ELEFAN**

Afin d'augmenter la fiabilité et l'objectivité des courbes de croissance, PAULY et DAVID (1981) ont diffusé une approche sous forme de logiciel qui a été incorporé actuellement sous le nom ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) avec le logiciel FISAT II (PAULY et MOREAU, 1997).

C'est une méthode non paramétrique qui utilise un ou plusieurs échantillons collectés à des dates différentes. Et dans le but d'affiner la procédure, deux opérations préalables de lissage des données sont effectuées

La première est une restructuration des fréquences de longueurs. Ou chaque fréquence observée est comparée à la moyenne mobile centrée sur la classe de longueur considérée et calculée sur cinq classes de tailles. La différence est une nouvelle fréquence positive (maxima) ou négative (minima) selon le cas d'après SPARRE et VENEMA (1996), les pics et les creux sont devenus bien structurés et faciles à reconnaître au moyen des «points» qui leur ont été attribués.

La deuxième est un ajustement des courbes de croissance. Il est réalisé par l'intermédiaire d'un coefficient R égal au rapport du nombre de modes expliqués (Explained Sum of Peaks; ESP) sur la somme des modes disponibles (Available Sum of Peaks ; ASP): $R = (ESP/ASP) * 1000$. Donc, plusieurs courbes de croissance seront testées, celle qui présente le rapport ESP/ASP le plus élevé sera retenue.

3.4. Paramètres de croissance pondérale.

Le poids du poisson est lié à sa taille par la relation décrite selon la formule suivante :

$$W = a * L^b \text{ Avec } W : \text{ poids (g) et } L : \text{ longueur (cm)}$$

a : ordonnée à l'origine et b : coefficient d'allométrie (pente).

Le type d'allométrie est défini en comparant le coefficient d'allométrie b à la valeur 3

- Si $b < 3$: l'allométrie est minorante ; le poids augmente moins vite que le cube de la longueur.
- Si $b > 3$: l'allométrie est majorante ; le poids augmente plus vite que le cube de la longueur.
- Si $b = 3$: la croissance est dite isométrique ; le poids augmente proportionnellement avec le cube de la longueur.

Le type d'allométrie est confirmé ou infirmé par le test t, basé sur la comparaison entre une pente calculée ($P_0 = b$) et une pente théorique ($P = 3$) (Schwartz, 1992).

$$|t| = \frac{|P-P_0|}{SP_0} \text{ Avec } SP_0^2 = \frac{\left(\frac{S_y}{S_x}\right) - P_0^2}{n-2}$$

$P_0 = b$ = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

SP_0 = écart-type de la pente calculée ; n = nombre de couples de valeurs ;

S_x = écart-type de $\ln LT$; S_y = écart-type de $\ln WT$

Avec d.d.l. = $n - 2$ et $\alpha = 5\%$.

- Si $t \text{ calculé} < t \text{ table}$: la différence n'est pas significative ;
- Si $t \text{ calculé} > t \text{ table}$: la différence est significative.

L'obtention de l'équation de croissance pondérale passe par la combinaison de celle de la croissance linéaire $L_T = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$ et la relation taille-poids.

Le résultat obtenu est exprimé sous l'équation :

$$W_T = W_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

3.5. Indices d'exploitation

➤ Mortalité naturelle (M)

La mortalité naturelle est la mortalité occasionnée par l'ensemble des causes autre que la pêche, par exemple la prédation, y compris le cannibalisme, les maladies, le stress au moment de la ponte, le manque de nourriture et la vieillesse. Les mortalités par prédation et famine, ainsi que diverses autres, sont liées à l'écosystème ambiant (SPARRE et VENEMA, 1996).

L'équation de DJABALI *et al.* (1993), déduite de régressions linéaires multiples, est basée sur les paramètres de croissance et de mortalité de 56 stocks de poissons vivants en Méditerranée.

$$\log_{10}M = -0.0278 - 0.1172\log_{10}L_\infty + 0.5092\log_{10}K$$

➤ **Mortalité totale(Z)**

La mortalité totale (Z) est la somme des deux mortalités naturelles et par pêche $Z = M + F$

F : mortalité par pêche et M : mortalité naturelle.

La méthode de PAULY (1984), qui sert en plus de l'estimation de la mortalité totale Z, à la détermination de la taille de sélection L_c est considérée pour le présent travail. On porte sur un graphique le logarithme népérien du pourcentage N_i en fonction de l'âge t' .

N_i : nombre d'individus pêchés de la i ème classe de taille.

t' : âge relatif calculé à partir du modèle de la croissance de VON BERTALANFFY en considérant que t_0 est nulle, il est exprimé par la formule suivante. $t' = -\left(\frac{1}{k} \ln \left[1 - \left(\frac{L_i}{L_\infty} \right) \right] \right)$

Le graphe obtenu est une courbe comportant une partie gauche ascendante qui représente les classes d'âge incomplètement capturables, permettant l'estimation des paramètres de sélections (L_{50}) et une partie droite descendante, représentant les classes d'âge pleinement capturables, qui permet l'estimation de Z par l'équation : $\ln(\%N) = a - bt'$

Avec : $b = Z - K$ (b étant la pente de la droite) ; D'où : $Z = b + K$

Les calculs sont effectués par le logiciel FISAT II, version 1.1.2.

➤ **Mortalité par pêche (F)**

Exprime la quantité de poissons prélevés par l'activité de pêche. Elle est déterminée après avoir calculé les coefficients Z et M, à partir de la relation suivante : $Z = M + F$

4. Exploitation

4.1. Modèle rétrospectif de Jones

Le modèle rétrospectif de JONES (1983), autrement dit VPA de JONES (Virtual Population Analysis), est une analyse de cohortes basée sur la longueur ; elle ne nécessite que les paramètres de croissance ainsi que les paramètres a et b de la relation taille-poids et la mortalité naturelle.

SPARRE et VENEMA (1996) décrivent la procédure de calcul de l'analyse des cohortes représentée dans le tableau II-3.

Les calculs sont réalisés à partir de la dernière classe et poursuivis jusqu'à la plus petite.

On suppose que dans la dernière classe de longueur le taux d'exploitation (F/Z terminal) est égal à 0,5.

Tableau II -3- Procédure de calcul de l'analyse des cohortes de Jones (1983).

Colonnes	Paramètres à calculer	Equations utilisées
A	Classe de longueur : L1-L2	-
B	Effectif capturé : C (L1-L2)	-
C	Facteur de mortalité naturelle H (L1, L2)	$HL = [(L_{\infty} - L_1)/(L_{\infty} - L_2)]^{M/2K}$
D	Calcul du nombre de survivants pour le début de groupe de taille le plus vieux N(L) final	$N(L_1)_{Final} = C(L_{1-\infty})/(F/Z)_{Final}$
E	Calcul de N(L1) pour les autres classes d'âge	$N(L1) = [N(L2) * H(L1-L2) + C(L1-L2)] * H(L1-L2)$
F	Calcul du taux d'exploitation F/Z	$(F/Z) = C (L1-L2) / [N(L1) - N(L2)]$
G	Calcul de la mortalité par pêche F	$F = M * (F/Z) / [1 - (F/Z)]$
H	Calcul de la mortalité totale Z	$Z = M + F$
I	Calcul du poids corporel W (L1, L2)	$W (L1, L2) = a[(L1 + L2) / 2]^b$
J	Calcul de l'effectif moyen en mer	$N (L1, L2) = [N(L1) - N(L2)) / Z$
K	Calcul de la biomasse moyenne	$B = Wm (L1, L2) * N [N(L1) - N(L2)) / Z$
L	Calcul de la production	$Y (L1, L2) Yi = Wm(L1 - L2) * C(L1 - L2)$ Wm: Poids moyen

4.2. Modèle prédictif de Thompson et Bell (1934)

Le modèle prédictif de THOMPSON et BELL (1934) est conçu pour l'évaluation des stocks de poissons à partir des captures en nombre par âge ou par classe de taille (HEMIDA, 2005). Ce modèle est fondé sur l'analyse de cohorte de JONES (1983), où il utilise les données telles que les valeurs du vecteur des mortalités par pêche (F) par classe de taille, le nombre de poissons dans la plus petite classe, le facteur de mortalité naturelle H par classe, les paramètres de la relation taille-poids a et b comme données d'entrées et le prix moyen au kg par classe comme donnée supplémentaire.

Le groupe d'équations suivant résume sous une forme générale les formules correspondant au modèle de Thompson et Bell fondé sur la longueur, y compris X (facteur de F) ; l'indice i est attribué à l'intervalle de longueur (Li, Li+1) ; l'indice Li à la limite inférieure de cet intervalle de longueur, Li+1 à la limite supérieure (SPARRE et VENEMA, 1996).

La mortalité totale pour chaque classe de taille est calculée de la manière suivante :

$$Z_i = M + X * F_i.$$

La production annuelle est la somme de la production de l'ensemble des classes de longueur.

Les calculs sont réalisés à partir de la plus petite classe et poursuivis jusqu'à la dernière classe. Le résultat final concerne une valeur de X (facteur de F). On répétera les calculs pour différentes valeurs de X afin d'obtenir les valeurs correspondantes de la production totale (YT), la biomasse totale (BT) et de la valeur totale (VT). Une représentation graphique fera apparaître la production maximale équilibrée (MSY), la production économique maximale équilibrée (MSE) ainsi que le facteur F et la biomasse correspondante. Ces calculs ont été programmés sur le logiciel Excel.

Tableau II 4- Procédure de calcul du modèle prédictif de Thompson et Bell (1934).

Paramètres à calculer	Equations utilisées
Nombre de survivants par classe de longueur : $N(L_{i+1})$	$N(L_{i+1}) = N(L_i) * [1/H_i - (X * F_i / Z_i)] / [(H_i - (X * F_i) / Z_i)]$ Avec : $H_i = [(L_{\infty} - L_i) / (L_{\infty} - L_{i+1})]$
Effectifs capturés au cours de chaque période : C_i	$C_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] * X * (F_i / Z_i)$
Poids moyen de la classe i : W_{im}	$W_{im} = q * [(L_i + L_{i+1}) / 2]^b$
Production : Y_i	$Y_i = C_i * W_i$
Valeur de la production V	$V_i = Y_i * V_i$
Nombre moyen des survivants de la classe i : $N_{im} * \Delta t_i$	$N_{im} * \Delta t_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] / Z$
Biomasse moyenne de la classe correspondante : B_{im}	$B_{im} = N_{im} * \Delta t_i * W_{im}$

Chapitre Troisième : RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Reproduction

1.1. Stades de maturité sexuelle

1.1.1. Chez la femelle

La détermination des stades de maturités chez les femelles est basée sur une étude macroscopique de l'évolution de l'appareil génital femelle : l'ovaire, les glandes oviducales, les ovocytes et l'utérus par rapport à leurs développements, contenances et vascularisation.

L'analyse des planches I décrit les différents stades de maturité sexuelle :

Stade 1 : stade immature

L'ovaire est petit et blanchâtre, avec des ovocytes en forme de petits granulés ; les glandes oviducales et l'utérus sont filiformes et étroits (Planche I -A).

Stade 2 : stade murissant

L'ovaire petit et vascularisé ; les glandes oviducales et l'utérus ne sont pas visibles, ils sont toujours filiforme et étroit (Planche I -B)

Stade 3 : stade mature

Ovaire très développé, contenant de nombreux ovocytes volumineux; les glandes oviducales sont arrondies et l'utérus est large et bien développé (Planche I -C-)

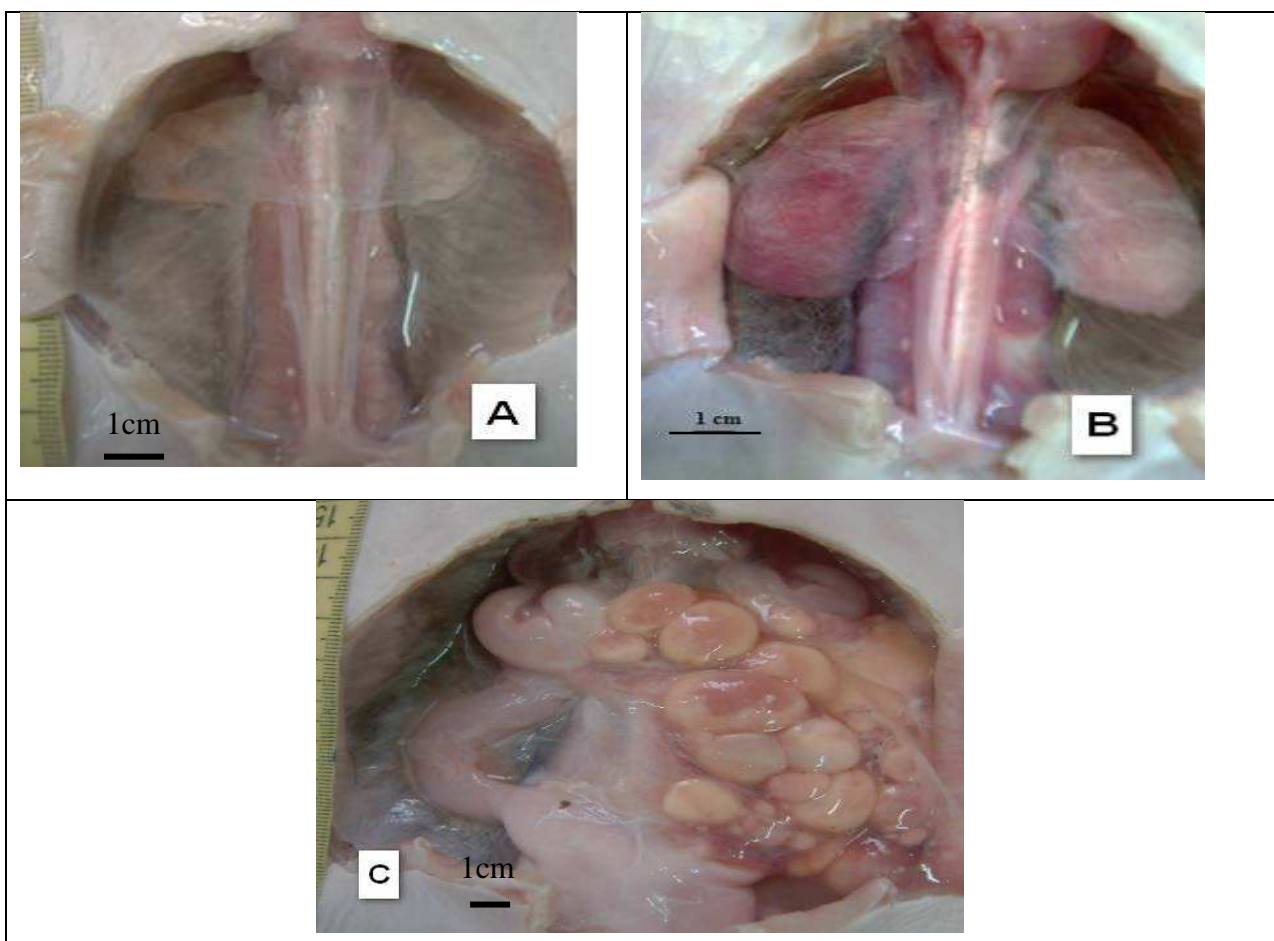


Planche I - Stades de maturité sexuelle chez les femelles de *Raja radula*.

Tableau III 1- Comparaison entre les différentes échelles de maturité sexuelle chez les femelles.

STEHMANN (2002)	WKMSSEL (2012)	Résultats personnels (2015)
A ou 1 Immature, juvénile	1 Immature	1 Immature
B ou 2 Mûrissant, adolescent	2 En Développement	2 Murissant
C ou 3 Mature, adulte	3a Capable de se reproduire	3 Mature
D ou 4 Actif E ou 5 stade avancé F ou 6 ponte	3b Ponte	
	4a Post-ponte	
	4b Régénération	

Les résultats personnels mentionnent les trois principaux stades de maturité ; durant la période d'étude nous n'avons pas pu observer de stades intermédiaires de développement (3a et 3b dans l'échelle de WKMSSEL (2012)) ; cela est dû à l'insuffisance de l'échantillonnage liée aux délais limités de cette étude.

1.1.2. Chez le mâle

Pour mettre en évidence les stades de maturité sexuelle des mâles de *Raja radula* nous nous sommes basés sur l'évolution de l'appareil génital : testicules, épидидyme, canal de Wolff ainsi que la longueur des ptérygopodes et leur degré de calcification.

Stades immatures

Stade 1 : Immature

Les ptérygopodes sont flexibles, non-calcifiés et plus courts que les nageoires pelviennes ; Les testicules sont très petits et non développés parfois absents et les conduits sont droits et filiformes. (Planche II-A).

Stade 2 : Adolescent

Les ptérygopodes sont flexibles, non-calcifiés presque de même longueur que celle des nageoires pelviennes ; les testicules commencent à se développer et se vascularisés ; les conduits ont le même aspect qu'au stade 1 (Planche II-B).

Stades 'mature'

Stade 3 : Mature

Les ptérygopodes sont flexibles, partiellement calcifiés dépassant légèrement les nageoires pelviennes (Planche II-E) ; les testicules sont en développement ainsi que les conduits qui commencent à spiralé. Les épидидymes sont visibles et en développement (Planche II -C- et -D-)

Stade 4 : Actif

Les ptérygopodes sont rigides, complètement calcifiés et dépassent largement les nageoires pelviennes ; les testicules sont complètement développés (Planche II-F-).et les conduits sont fortement spiralés contenant du sperme (Planche II-G-).

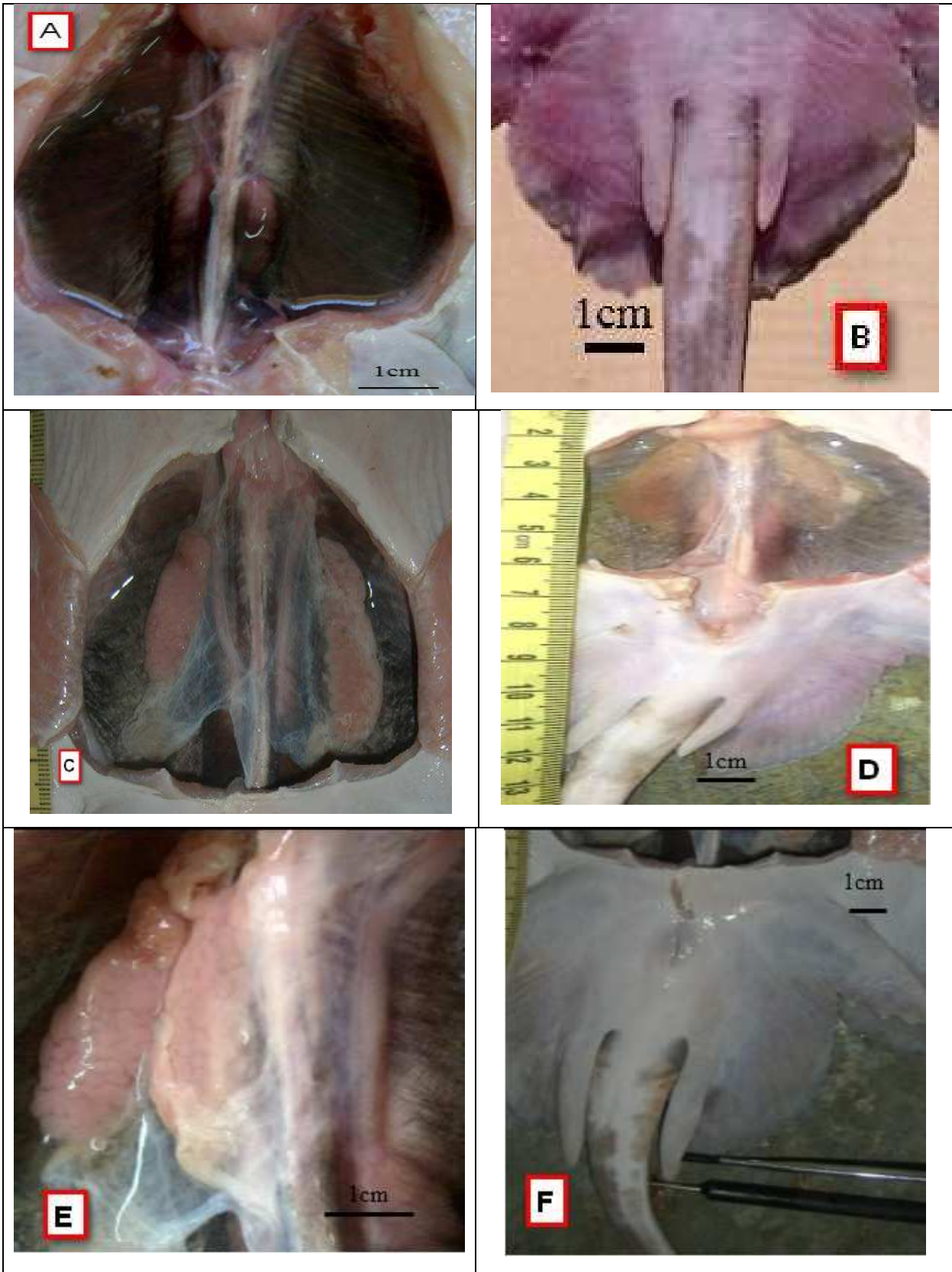


Planche II - Stades de maturité sexuelle chez les mâles de *Raja radula*.

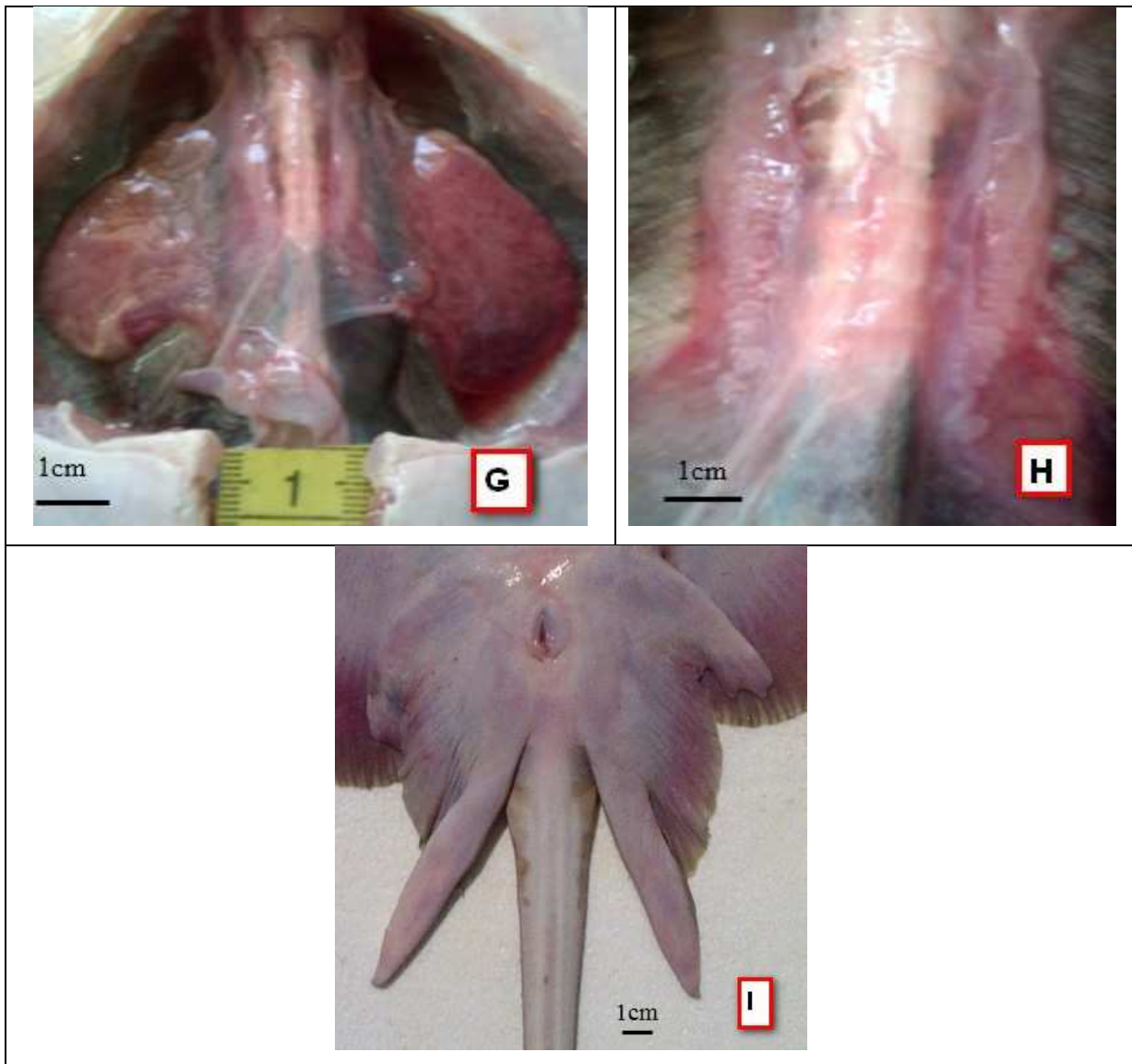


Planche II (suite) - Stades de maturité sexuelle chez les mâles de *Raja radula*.

La comparaison entre l'échelle élaborée (4 stades) suite aux observations et celle des différents auteurs est représentée dans le tableau III-2-.

Tableau III 2- Comparaison entre les différentes échelles de maturité sexuelle chez les mâles.

STEHMANN (2002)	WKMSSEL (2012)	Résultats personnels (2015)
A ou 1 Immature, juvénile	1 Immature	1 Immature
B ou 2 Mûrissant, adolescent, sub-adulte	2 En Développement	2 Adolescent
C ou 3 Mature, adulte	3a Capable de se reproduire	3 Mature
D ou 4 Actif	3b Actif	4 Actif
	4 Régressant	

Les résultats personnels comportent quatre stades ; les organes secondaires présents chez les mâles (ptérygopodes) facilitent les prélèvements pour l'étude de la reproduction. Car avant la dissection, il y a une image de degré de maturité chez l'individu, pour cela les différents stades de maturité sexuelle possible ont été observés.

1.2. Sex-ratio

Le sex-ratio a été calculé à partir de 145 individus, 73 femelles et 72 mâles ; le taux de féminité étant égal à 50.34% semble indiquer un équilibre entre les mâles et les femelles de *Raja radula* avec une légère tendance en faveur des femelles et un IC = 8.14 relativement élevé (IC : intervalle de confiance).

La répartition globale des sexes, seule, ne fournit pas de renseignements sur sa variation en fonction des saisons et de la taille ; il serait plus explicite de compléter cet aspect du travail par une étude du sex-ratio en fonction de ces paramètres (HEMIDA, 1987).

1.2.1. Sex-ratio en fonction de la taille

Le sex-ratio en fonction de la taille a été calculé à partir des distributions de fréquence de taille des mâles et des femelles. Il est strictement en faveur des mâles pour les petites tailles comprises entre 17,5 et 27,5 cm et légèrement pour celles comprises entre 42,5 et 57,5 cm ; en équilibre pour les tailles comprises entre 27,5 et 32,5 cm. Le sex-ratio est en faveur des femelles dans les classes de taille moyennes entre 32,5 et 42,5 cm, ainsi que pour la plus grande classe de taille [57.2-62.5[cm.

Les résultats sont représentés dans le tableau III-3 illustré par la figure III-1.

Tableau III 3- Variation du sex-ratio en fonction de la taille chez *Raja radula*.

Classes	N Femelles	N Mâles	Total	Taux de F	IC
[17,5-22,5[	0	1	1	0	0
[22,5-27,5[	0	1	1	0	0
[27,5-32,5[	1	1	2	50	± 69,30
[32,5-37,5[	6	3	9	66,67	± 30,80
[37,5-42,5[	15	5	20	75	± 18,98
[42,5-47,5[	10	13	23	43,48	± 20,26
[47,5-52,5[	13	19	32	40,63	± 17,02
[52,5-57,5[	25	28	53	47,17	± 13,44
[57,5-62,5[	3	1	4	75	± 42,44
Total	73	72	145	50,34	± 8,14

N : effectifs.

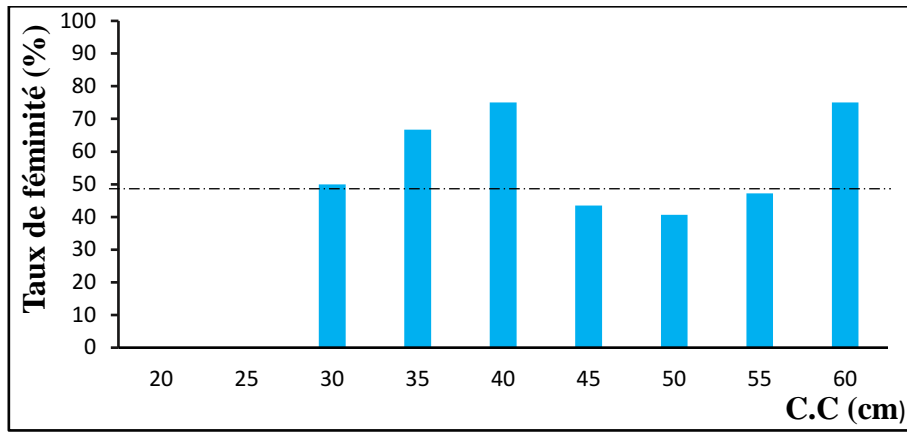


Figure III 1- Variation du taux de féminité en fonction des classes de taille.

1.2.2. Sex-ratio saisonnier

Le tableau III-4 et la figure III-2 représentent le résultat calculé du sex-ratio en fonction des saisons. On remarque une dominance des mâles en hiver par contre les femelles sont plus abondantes pendant le printemps.

Tableau III 4 - Variation du sex-ratio en fonction des saisons chez *Raja radula*.

Saison	N (Mâles)	N (Femelles)	Total	Taux de F	IC
Hiver	47	36	82	43.90	10.86
Printemps	26	37	63	58.73	12.16

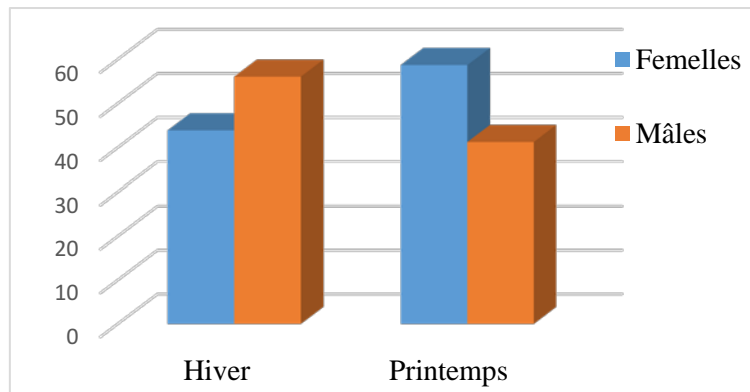


Figure III 2- Variation du sex-ratio en fonction des saisons de *Raja radula*.

Le sex-ratio subit des modifications en fonction de la taille et des saisons, ces variations pourraient être traduites par le comportement de l'espèce. Parce que plusieurs espèces présentent une ségrégation par sexe, taille et maturité (FITZ et DAIBER, 1963 ; RICHARDS *et al.*, 1963; HOLDEN, 1975; BRACCINI et CHIARAMONTE, 2002 *in* KADRI 2014a).

1.3. Rapport Hépat-Somatique (RHS)

Les résultats obtenus pour le RHS sont représentés dans le tableau III-5- et illustrés dans la figure III-3. Chez les mâles, la valeur la plus élevée de RHS est en hiver (4,28) et il diminuera en

printemps. À l'inverse, chez les femelles, le RHS est faible en hiver, la valeur la plus élevée est observée durant le printemps.

Tableau III 5- Evolution du rapport Hépat-Somatique moyen par saison de *Raja radula*.

Saison	RHS	
	Mâles	Femelles
Hiver	4.28	2.53
Printemps	3.45	3.22

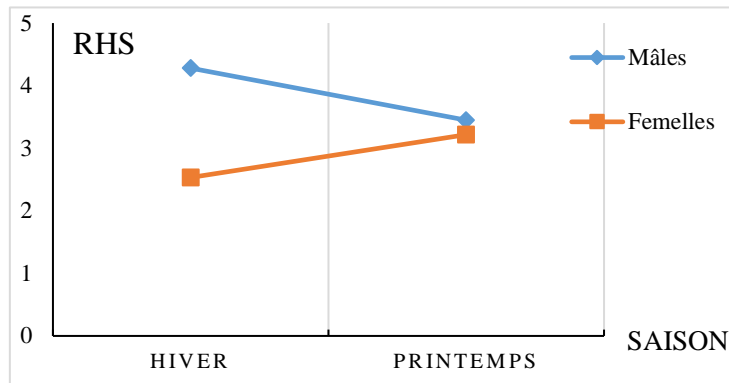


Figure III 3- Evolution saisonnière de RHS moyen des deux sexes.

L'évolution du RHS renseigne sur l'éventuelle participation du foie dans la maturation des gonades. Chez les poissons maigres, le foie accumule les lipides qui passent ensuite dans les gonades (HEMIDA, 1987). Chez les mâles la participation de l'organe hépatite dans la maturation des gonades est plus claire, d'où la diminution du RHS et le passage des réserves lipidiques du foie dans les gonades de l'hiver au printemps. Chez les femelles et par conséquence de l'irrégularité de la période de ponte (CAPAPE, 1974), la participation du foie est plus active et nécessite un suivi dans un intervalle de temps réduit.

Les résultats obtenus ne peuvent pas mettre en évidence la période de ponte et surtout chez les femelles, car ils ne sont pas étalés sur toute l'année. Un suivi mensuel sur le rapport hépatosomatique peut donner une image plus claire sur la période de ponte.

1.4. Rapport Gonado-Somatique (RGS)

Le tableau III-6 représente les résultats du rapport gonado-somatique. Ces résultats montrent que la valeur du RGS est plus élevée au printemps (0.38) pour les mâles et les femelles (0.98) ; l'évolution de RGS (figure III-4) montre que les réserves lipidiques de *Raja radula* passent dans les gonades pendant le printemps.

Tableau III 6- Evolution du rapport gonado-somatique moyen par saison chez *Raja radula*.

Saison	RGS	
	Mâles	Femelles
Hiver	0.19	0.30
Printemps	0.38	0.98

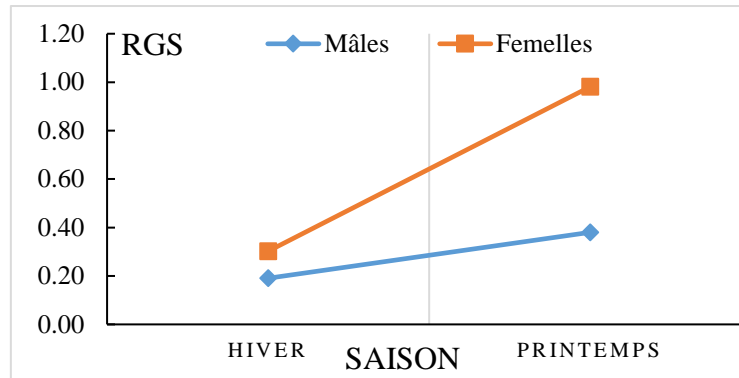


Figure III 4- Evolution saisonnière du RGS moyen des deux sexes.

L'examen des stades de maturité sexuelle appuyé par l'étude des RGS nécessite une image annuelle et/ou mensuelle. Dans le cas de notre étude, l'augmentation du rapport gonado-somatique peut traduire la préparation de la raie râpeuse à la période de ponte estivale. Car selon Capapé (1974), on distingue deux périodes de ponte chez *Raja radula* : une période estivale et une période automnale ; la première est plus marquée que la seconde.

2- Régime alimentaire

2-1- Aspect qualitatif

Les documents de TREGOUBOFF et ROSE (1957), FISCHER *et al.* (1987) et CHEMLI et OUHAMOU (2010) ont servi pour la détermination des contenus stomacaux. Une liste des principales espèces ingérées (tab III-7) par *Raja radula* a été établie (en utilisant l'ancienne classification concernant la systématique des Crustacés). Au total 103 proies ont été dénombrées. Ces proies se répartissent en trois embranchements (Arthropodes, Vertébrés et Mollusques).

Tableau III 7- Liste des différentes proies ingérées par *Raja radula*.

Embranchement	Classe	Ordre	Sous Ordre	Famille	Genre	Espèce
Mollusque	Gastéropode					
Vertébrés	Ostéichthyens	Indéterminés				
Arthropodes	Crustacés	Stomatopodes	Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla</i>	<i>mantis</i>
		Décapodes	Natantia	Aristeidae	<i>Aristeus</i>	<i>antennatus</i>
				Ind		
		Reptantia	Portunidae	<i>Macropipus</i>	<i>tuberculatus</i>	
				<i>Liocarcinus</i>	<i>depurator</i>	
indeterminés						
Ind						

Les photos des différentes formes observées figurent en annexe I. Les végétaux ont été observés dans un seul estomac en quantité négligeable.

2-2- Aspect quantitatif

2-2-1- Coefficient de vacuité

Un seul estomac parmi les 14 traités était vide, et appartenait à une femelle d'une taille 40 cm. Le coefficient de vacuité calculé est faible, de l'ordre de 7,14% (fig. III -5), du à la disponibilité de la nourriture et/ou au besoin d'énergie pour la préparation de la période de reproduction.

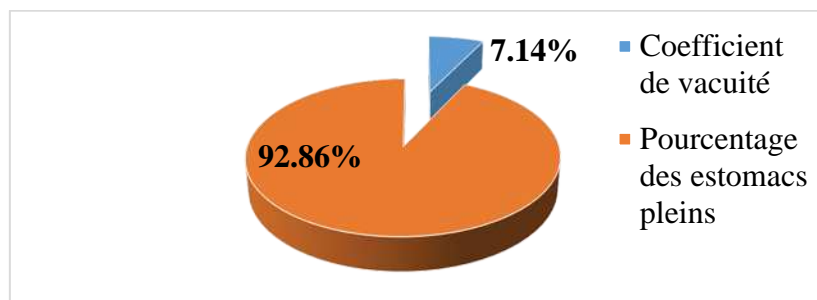


Figure III 5- Valeurs du coefficient de vacuité chez *Raja radula*.

2.2.2. Fréquence et pourcentage en nombre

La détermination des différentes espèces-proies ingérées par *Raja radula* a permis l'estimation des divers indices alimentaires (tab III-8)

Tableau III 8- Indices alimentaires calculés pour *Raja radula*.

	Nbr de proies	Nbr d'estomacs	F%	Cn	Nim
Arthropodes					
Crustacés					
Décapodes					
Natantia					
Aristeidae	9	2	15.38	8.74	0.64
Indéterminés	13	5	38.46	12.62	0.93
Total	22	7	53.84	21.36	1.57
Reptantia					
Portunidae					
Indéterminés					
Portunidae	12	3	23.08	11.65	0.86
Indéterminés	17	6	46.15	16.50	1.21
Total	29	9	69.23	28.16	2.07
Stomatopode	1	1	7.69	0.97	0.07
Larve indéterminée	43	9	69.23	41.75	3.07
Vertébrés					
Ostéichtyens					
Mollusques					
Ostéichtyens	7	5	38.46	6.80	0.5
Mollusques	1	1	7.69	0.97	0.07
Total	103	31	-	100	7.36
Total des estomacs	14				
Estomacs vides	1				
Estomacs pleins	13				

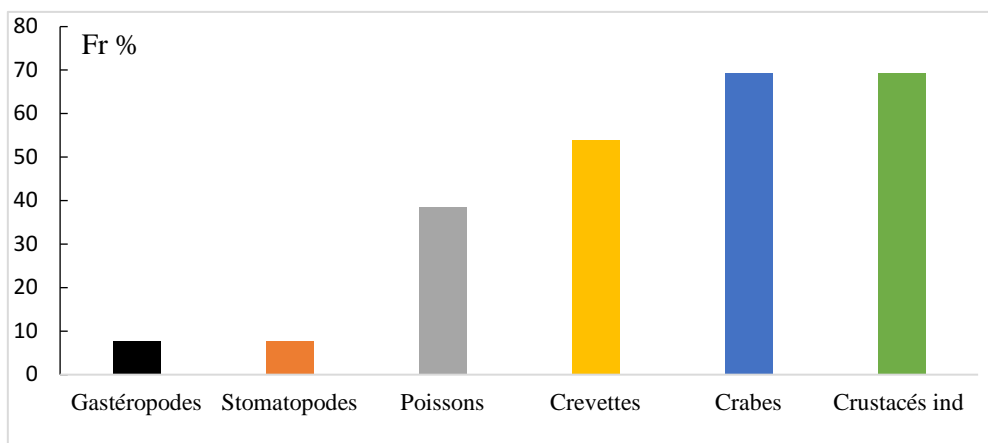


Figure III- 6 - Fréquences des proies ingérées par *Raja radula*.

La figure III-6- montre que les Crustacés sont les proies préférées de la raie râpeuse avec des fréquences supérieures à 50%. Les Poissons seront qualifiés de proies secondaires, avec un pourcentage de 39%. La catégorie des proies accidentelles ne contient que les Mollusques avec un pourcentage de 8%. Les résultats de la fréquence (fig. III-6) ont été confirmés par ceux des pourcentages en nombre (fig. III-7) : les Crustacés dominent ($\sum Cn=92\%$) ; les Poissons et les Mollusques sont considérés comme proies accidentelles avec ($Cn=7\%$; $Cn=1\%$) respectivement.

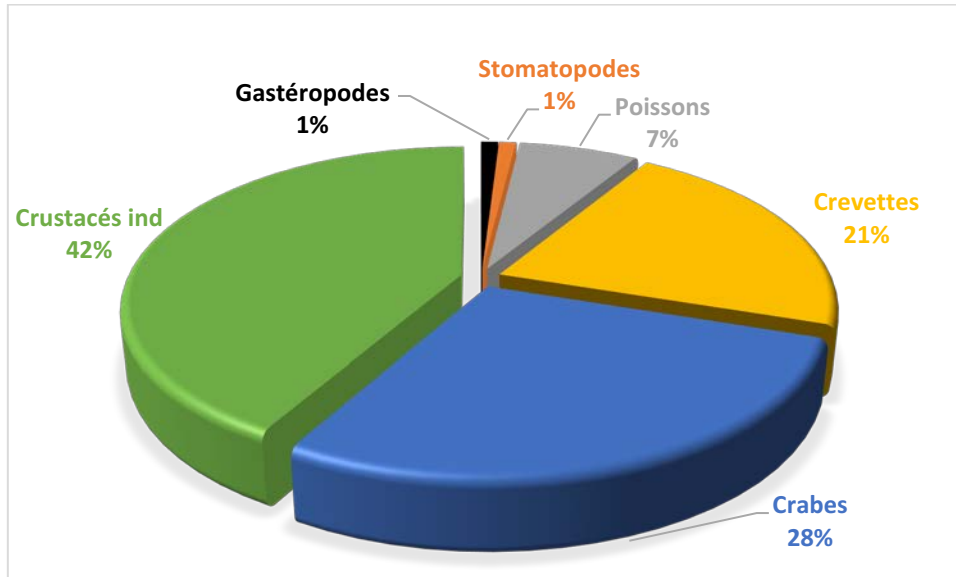


Figure III 7- Pourcentage en nombre des proies ingérées par *Raja radula*.

2.2.3. Nombre moyen (Nm et Nim)

Sur les 14 estomacs analysés, 103 proies ont été dénombrées, avec un nombre moyen (Nm) par estomac égal à 7,36.

L'analyse du tableau III-8- illustré par la figure III-8- montre que le nombre moyen de Crustacés (Nim=6,78) est proche du nombre moyen de proies (Nm=7,36). Cela explique l'importance des Crustacés dans la nourriture de *Raja radula*. Les Poissons et les Mollusques sont caractérisés par des valeurs plus faibles (Nim<1).

2.2.4. Variation du régime alimentaire en fonction de la taille

Une répartition des spécimens traités en trois classes de taille (entre 28 et 64cm) avec un pas de 12 centimètres a été effectuée afin d'analyser la variation du régime alimentaire en fonction de la longueur totale (LT).

Le tableau III-9 illustré par la figure III-8 montre qu'il existe une différence entre les proies ingérées par les différentes classes de tailles chez *Raja radula*.

Tableau III 9- Variation du nombre moyen des proies (Nim) en fonction de la taille.

IC	[28-40[		[40-52[		[52-64[
N estomac	8		2		3	
Indice	Ni	Nim	Ni	Nim	Ni	Nim
Crevettes	17	2.125	1	0.5	4	1.33
Crabes	11	1.375	4	2	14	4.67
Crustacés ind	37	4.625	4	2	2	0.67
Stomatopodes	1	0.125	0	0	0	0
Poissons	4	0.5	0	0	2	0.67
Mollusques	1	0.125	0	0	0	0

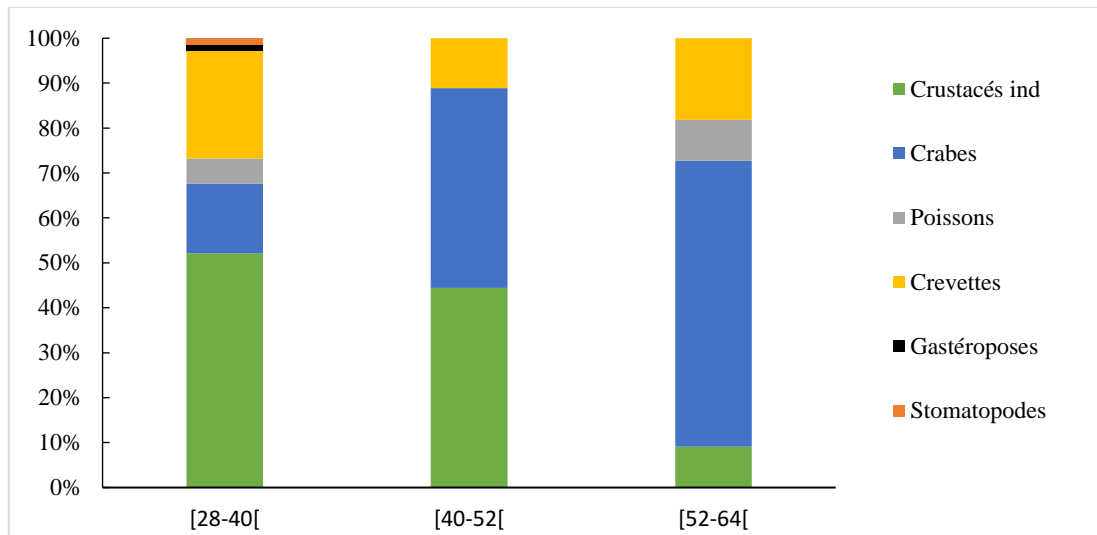


Figure III 8- Variation du nombre moyen des proies (Nim %) selon la taille.

La différence de la taille montre clairement une variation du régime alimentaire. Les proies préférentielles chez les individus de grande taille sont les crabes en premier temps, les crevettes et les poissons en second ; pour les individus moyens en plus des crabes, les Crustacés indéterminés qui sont généralement de petite taille sont les proies favorites ; enfin chez les petits spécimens les crabes ne sont pas ingérés en grand nombre : la préférence des proies consommées par les petits est pour les Crustacés de faible taille, mais pas seulement car on remarque la présence des Poissons et des crevettes, en faible nombre cependant.

2.2.5. Variation du régime alimentaire en fonction des saisons

Les résultats obtenus pour l'étude de la variation de régime alimentaire en fonction des saisons sont représentés dans le tableau III-10 illustré dans la figure III-9.

Tableau III 10- Variation du nombre moyen des proies (Nim) par estomac en fonction des saisons.

IC	Hiver		Printemps	
N estomac	8		5	
Indice	Ni	Nim	Ni	Nim
Crevettes	17	2,125	5	2
Crabes	11	1,375	18	3.6
Crustacés ind	37	4,625	6	1.2
Stomatopodes	1	0,125	0	0
Poissons	5	0,625	2	0.4
Mollusques	1	0,125	0	0

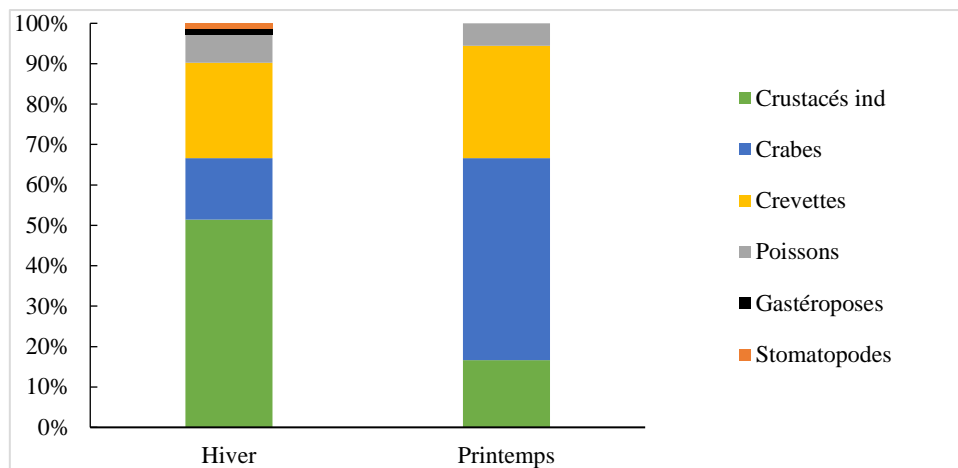


Figure III 9- Variation du nombre moyen de proies Nim (%), en fonction des saisons.

On remarque que la variation du nombre moyen des proies en fonction des saisons est résumée dans la variation au sein des crustacés, ou les crabes sont ingérés en faible nombre en hiver qu'en printemps contrairement aux autres crustacés, on note que les proies accidentelles sont présentes seulement en hiver.

Raja radula est une espèce très sédentaire (CAPAPE, 1974) cela veut dire que la nature du régime alimentaire dépend essentiellement de la disponibilité de la nourriture.

Les résultats obtenus confirment les observations de différents auteurs (DIEUZEIDE et *al.*, 1953 ; FISCHER et *al.*, 1987 ; QUERO et PORCHE, 2005 et FROESE et PAULY, 2014) qui mentionnent que la nourriture de *Raja radula* est composée essentiellement de Crustacés, de Poissons et de Mollusques en termes de qualité. En outre, les littératures précitées ne précisent pas l'aspect quantitatif, à l'exception de QUERO et PORCHE (2005) qui signalent que les Crustacés constituent toutefois la majorité des proies ingérées.

3. Paramètres de croissance et indices d'exploitation

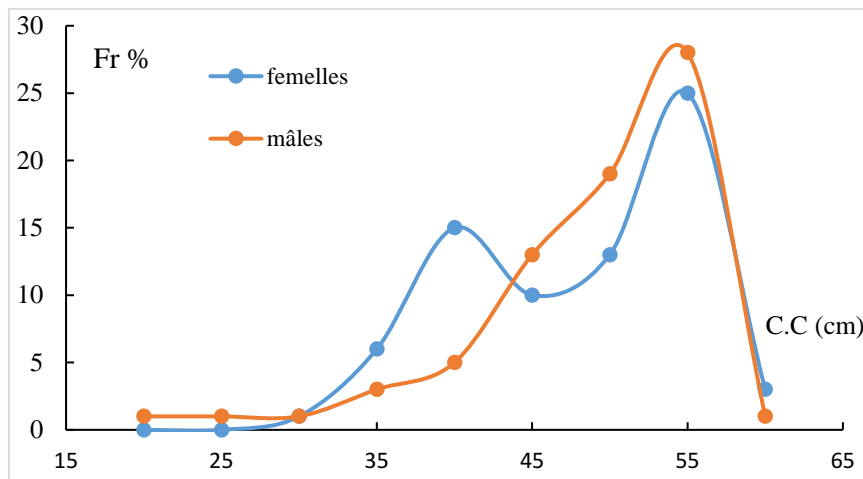
3.1. Distribution des fréquences de taille de *Raja radula*

La distribution de fréquence de taille des 145 individus a été établie après avoir testé plusieurs pas, la meilleure distribution modale obtenue pour les femelles est avec un pas de 4cm, tandis que celle des mâles nécessite un pas de 5 cm afin d'éliminer les classes de tailles nulles. Le logiciel Statistica version 5.1 (StatSoft., Inc, 1997) a été utilisé pour effectuer cette tâche.

Les résultats sont reportés dans le tableau III -11- ; les polygones des fréquences de taille des mâles et des femelles sont représentés dans la figure III-10-.

Tableau III 11- Distribution des fréquences de tailles par sexe de *Raja radula*.

Classes de taille	Effectifs	
	Mâles	Femelles
[17,5-22,5[	1	0
[22,5-27,5[	1	0
[27,5-32,5[	1	1
[32,5-37,5[	3	6
[37,5-42,5[	5	15
[42,5-47,5[	13	10
[47,5-52,5[	19	13
[52,5-57,5[	28	25
[57,5-62,5[	1	3
Total	72	73



C.C : Centre de Classe.

Figure III-10- Polygones de fréquence de taille des femelles et des mâles de *Raja radula*.

Les polygones de fréquence de taille des deux sexes montrent que la distribution des mâles est plus écartée que les femelles où les spécimens mâles s'étendent entre 17,5 et 62,5 cm avec un seul mode très important (55 cm), or les femelles s'échelonnent entre 28 et 64 cm, le mode est à (54 cm).

3.2. Comparaison des tailles moyennes

Les résultats de la comparaison sont résumés dans le tableau III-12-, on remarque que la valeur de l'écart-réduit ($\epsilon_{cal} = 0,79$) est inférieure à la valeur théorique (1,96) au risque $\alpha = 5\%$, donc la différence entre les tailles moyennes des mâles et des femelles est non significative.

Vue la ségrégation spatiale présente chez les Sélaciens (FITZ et DAIBER, 1963 ; RICHARDS *et al.*, 1963; Holden, 1975; BRACCINI et CHIARAMONTE, 2002 *in* KADRI 2014a) les deux sexes seront étudiés séparément.

Tableau III12- Comparaison des tailles moyennes par sexe de *Raja radula*.

sexe	N (effectif)	Moyenne	Minimum	Maximum	Etendue	Variance	Écart-type	$|\epsilon|$
Mâles	72	48,54	17,5	58	40,5	56,44	7,51	0,79
Femelles	73	47,53	28,5	61,1	32,6	63,81	7,99	

3.3. Paramètres de croissance linéaire

3.3.1 Analyse des structures d'âge

Le tableau III-13 regroupe les résultats des clés âge-longueur par sexes obtenus à partir de la décomposition de la distribution des fréquences de taille par la méthode de BHATTACHARYA (1967). Les valeurs des couples âge-longueur obtenues ont été normées à partir de l'application NORMSEP (Fig. III-11), afin de déterminer les paramètres de la croissance de l'équation de VON BERTALANFFY pour chaque sexe. Les couples L_{∞}/K obtenus par l'analyse de la clé âge-longueur par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961) sont consignés dans le tableau III-14.

Tableau III 13- Clés âge-longueur obtenus par les méthodes de Bhattacharya (1967) et NORMSEP.

Age	Bhattacharya (1967)		NORMSEP	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
1	39,35	38,49	41,19	38,43
2	48,15	51,47	50,83	51,43

Tableau III- 14- Couples L_{∞}/K obtenus par l'analyse de la clé âge-longueur obtenu (Méthode de Tomlinson et Abramson (1961)).

	Mâles	Femelles
L_{∞} (cm)	56,1	89,66
K (an^{-1})	1,51	0,5

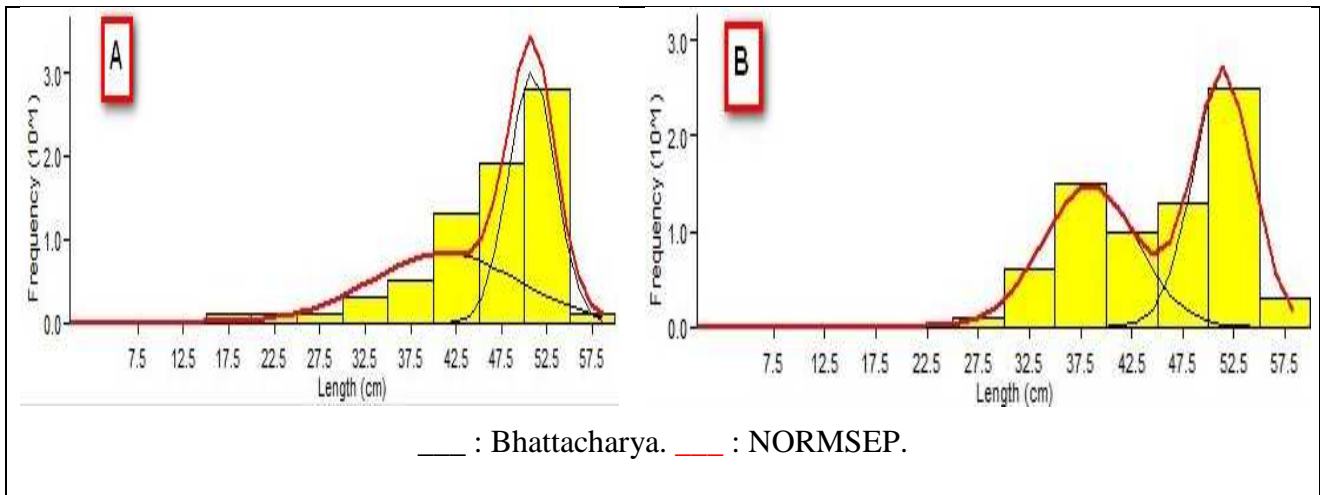


Figure III-11- Distribution des fréquences de taille par la méthode de Bhattacharya de *R. radula*.

A : mâles, B : femelles

L'analyse de la structure d'âge (2 groupes d'âge) par les deux méthodes utilisées n'apporte pas beaucoup d'information par rapport aux autres études. KADRI et *al.*, (2014) et par la méthode de centre vertébral témoin, a déterminé 10 groupes d'âge pour les mâles et 12 pour les femelles ; CAHIDE et ISMEN (2014) et par la technique d'imprégnation de nitrate d'argent, a déterminé 6 groupes d'âge pour les mâles et 8 pour les femelles.

L'application d'autres méthodes pour l'étude de l'âge apportera plus d'information.

3.3.2 Analyse des structures de taille

Les résultats des paramètres de croissances de l'équation de Von Bertalanffy L_{∞} et K obtenus à partir de l'analyse des structures de taille par la méthode de POWELL (1979) - WETHERALL (1986) et la méthode ELEFAN I à l'aide du logiciel FISAT II (version 1.2.0) ainsi que la méthode de Taylor (1958 *in* Pauly 1980) sont consignés dans le tableau III-15-.

Tableau III-15- Paramètres de croissance de *Raja radula*.

Méthodes	Powell-Wetherall		ELEFAN I		Taylor (1958)	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
L_{∞} (cm)	55,18	56,28	83,82	79,32	61,05	64,32
Z/K	0,827	0,834	-	-	-	-
K-Scan/an	2	0,960	0,23	0,16	-	-

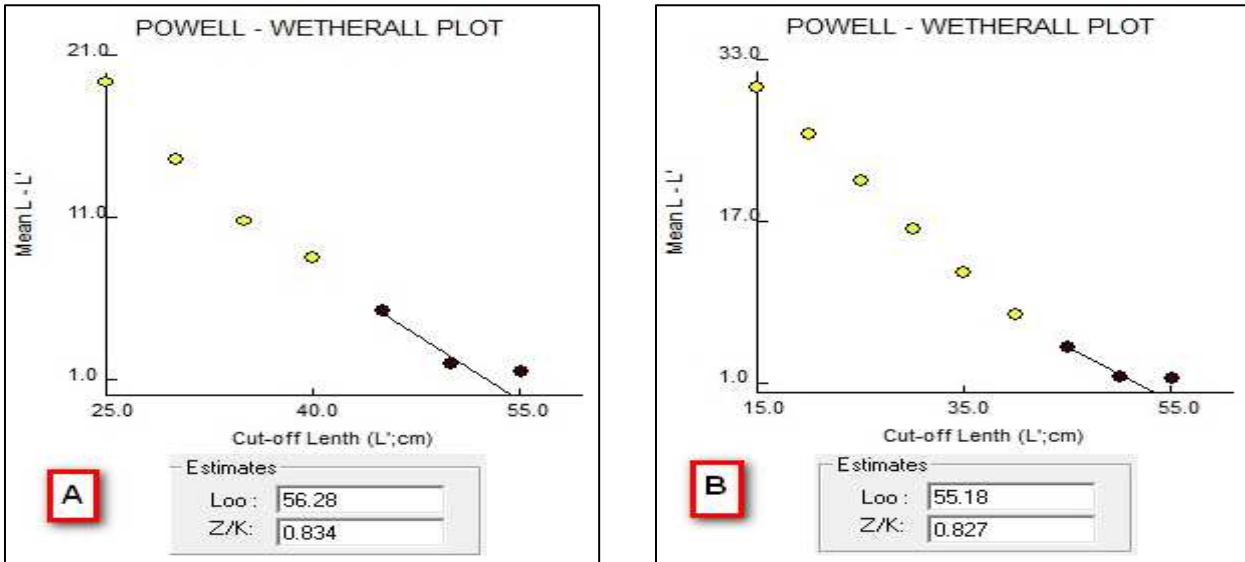


Figure III-12- : Résultats des paramètres L_{∞} et Z/K obtenus par la méthode de Powell-Wetherall chez les femelles (A) et les mâles (B) de *Raja radula*.

L'étiquette K-Scan» ainsi que les surfaces d'égal réponse (figure III-13 et III-14) permet de déterminer la valeur la plus appropriée de K à la longueur asymptotique L_{∞} estimée par la méthode de Powell-Wetherall (fig. III.12). Les valeurs de $K/an = 0,23$ et $0,16$ (mâle et femelle) ont été obtenues par le programme ELEFAN I pour un $R_n = 0,559$ et $0,815$ en considérant deux données : SL (17,5cm) étant la longueur de départ et SS (1) étant l'échantillon de départ pour les mâles, SL (50cm) étant la longueur de départ et SS (1) étant l'échantillon de départ pour les femelles. Ce sont les deux coordonnées utilisées pour localiser la meilleure courbe de croissance dans le programme ELEFAN I.

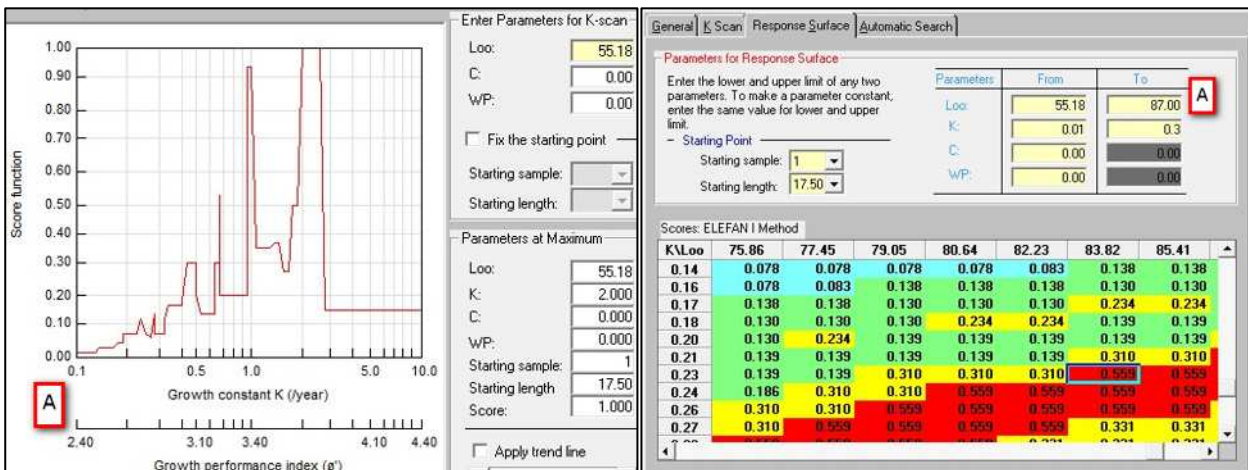


Figure III-13- Variation de R_n (Scores) en fonction de K «Etiquette K-Scan» et couples K/L_{∞} obtenue par ELEFAN I chez les mâles, *Raja radula*.

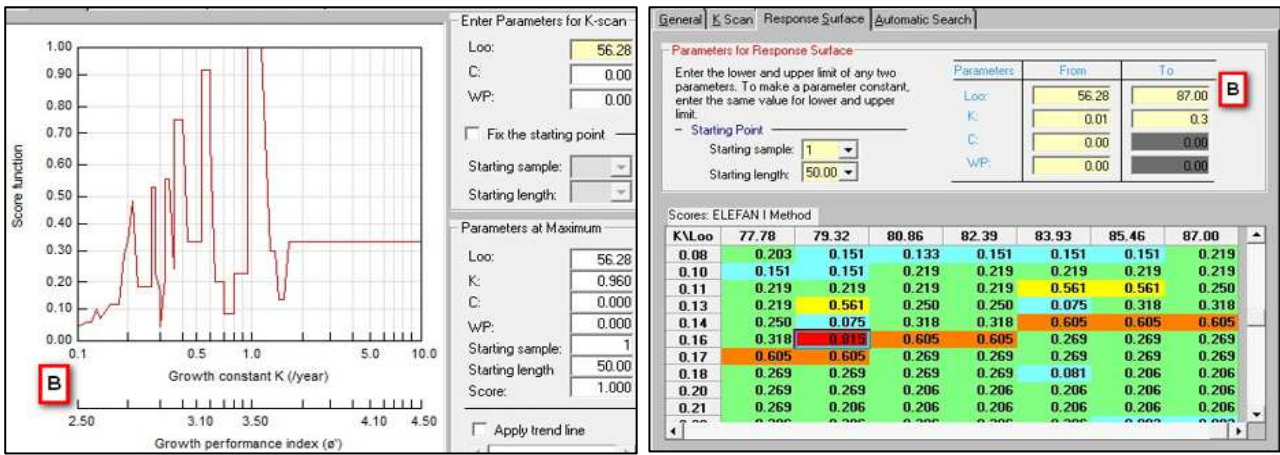


Figure III-13- Variation de Rn (Scores) en fonction de K «Etiquette K-Scan» et le couples de K/L∞ obtenue par ELEFAN I chez les femelles *Raja radula*.

Pour les mâles, la valeur de L∞ obtenue par la méthode de POWELL-WETHERALL se situe entre le Lmax (58cm) observé et à l’approximation de TAYLOR (61,05 cm) ; tandis que celle estimée par la méthode ELEFAN I est plus grande (78,4cm). Cette valeur se rapproche des résultats obtenus par différents auteurs (tableau III-16).

Tableau III-16- Paramètre de croissance obtenu par différents auteurs pour *Raja radula*.

Auteurs.	Région.	Mâles		Femelles	
		L∞ (cm)	K/an	L∞ (cm)	K/an
Kadri H et al., (2004)	Golf de Gabes (Tunis, Méditerrané central).	76,40 ± 1,31	0,22 ± 0,09	97,20 ± 1,40	0,15 ± 1,03
Cahide et İşmen (2014)	Baie de Saros (Turki, le nord de la mer Égée).	74,70 ± 774	0,20 ± 0,05	82,94 ± 17,01	0,16 ± 005
Présente étude	Région Est du bassin algérien	83,82	0,23	79,32	0,16

Pour les femelles, la valeur de L∞ obtenue par la méthode de POWELL-WETHERALL est inférieure à Lmax (61,1cm) observé et à l’approximation de Taylor (64,32cm) ; alors que celle estimée par la méthode ELEFAN I est plus grande et se rapproche des résultats mentionnés par la littérature (tab. III-16).

La méthode ELEFAN I semble plus appropriée pour nos données. Les résultats illustrés par la figure III-15 sont représentés par les équations des courbes de croissance linéaire de VON BERTALANFFY pour les mâles et les femelles :

Mâles : $LT=83,82 * (1-\exp (-0,23(t+0,55)))$.

Femelles : $LT=79,32 * (1-\exp (-0,16(t+0,82)))$.

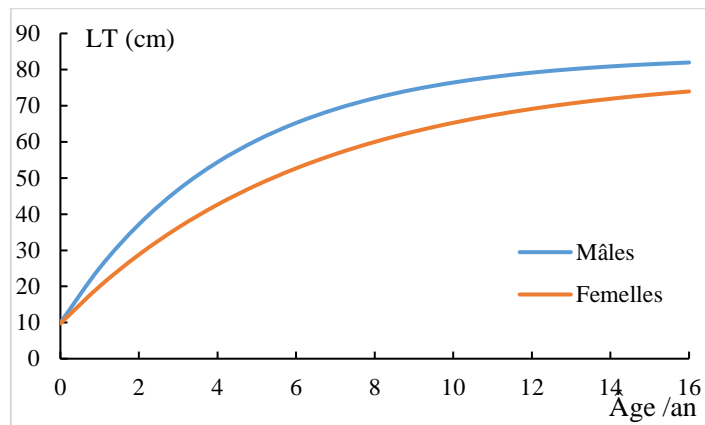


Figure III-15- Courbes de croissances linéaires de von Bertalanffy.

L'analyse de la courbe de croissance linéaire de von Bertalanffy montre que la croissance des mâles est plus rapide que les femelles, il est à noter que les femelles atteignent une longueur asymptotique plus grande.

3.4. Paramètres de croissance pondérale

Le tableau III-17 et la figure III-16- regroupent les résultats de la relation taille-poids pour les deux sexes.

Tableau III-17- Paramètres de la relation taille-poids de *Raja radula*.

Sexe	a	b	r ²	t
Mâle	0,0096	2,9209	0,8688	2,1
Femelle	0,0015	3,4195	0,9388	1,18

L'analyse des résultats montre que les deux paramètres mesurés (LT, WT) sont bien corrélés.

La croissance est de type isométrique pour les femelles ou t est inférieur à 1,96. Par contre pour les mâles la valeur de t cal =2,1 > t tab, cela veut dire que leur croissance est de type minorante.

La relation taille-poids pour les mâles et les femelles s'écrit respectivement de la manière suivante :

$$WT (\text{m\^ale}) = 0,0096 LT^{2,9209}$$

$$WT (\text{femelle}) = 0,0015 LT^{3,4195}$$

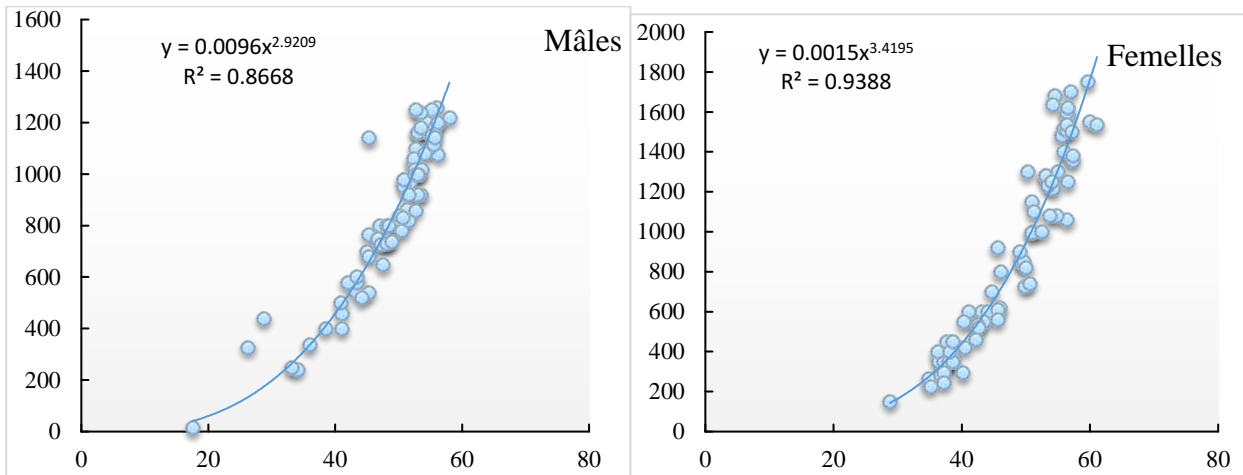


Figure III-16- Courbes de tendance de type puissance de la relation taille-poids de *Raja radula*.

Par conséquent, les courbes de croissance pondérale de VON BERTALANFFY (fig.-17) sont exprimées par les formules suivantes et illustrées par la figure III-17 :

$$\text{Mâles : } WT = 3982,70 * (1 - \exp(-0,23(t+0,55)))^{2,9209}.$$

$$\text{Femelles : } WT = 4688,46 * (1 - \exp(-0,16(t+0,82)))^{3,4195}.$$

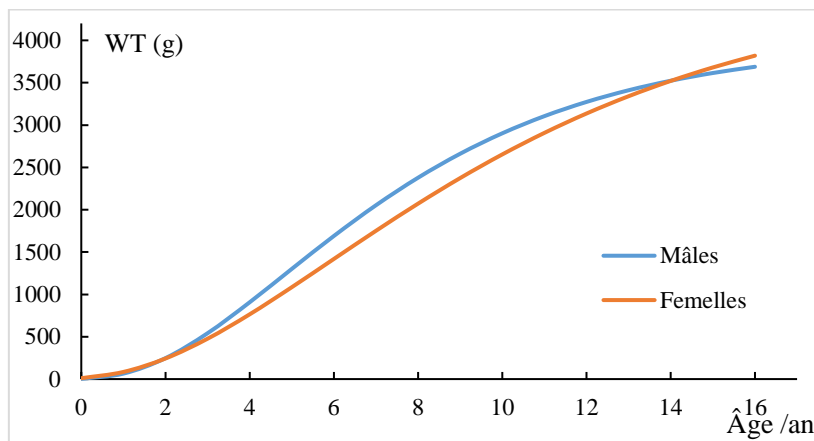


Figure III-17- Courbe de croissance pondérale de von Bertalanffy.

Les femelles croissent moins vite que les mâles pour un poids plus important, elles atteignent une longueur asymptotique plus grande que les mâles et pour un poids aussi grand. Les résultats obtenus sont similaires à ceux de KADRI *et al.*, (2014a) en Méditerranée centrale et CAHIDE et ISMEN (2014) dans le nord de la mer Égée.

3.5. Indices d'exploitation

- **Mortalité naturelle**

L'équation proposée par DJABALI *et al.*, (1993) a permis d'obtenir les valeurs de la mortalité naturelle M ; les résultats sont représentés dans le tableau III-18.

Tableau III-18- La mortalité naturelle de *Raja radula*.

Sexe	M /an
Mâle	0,26
Femelles	0,22

• **Mortalité totale**

La mortalité totale (Z) a été calculée par la méthode de PAULY (1984). Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel FISAT II (version 1.2.0). Les résultats sont regroupés dans le tableau III-19. Les points choisis pour le calcul sont représentés dans la figure III-18-.

Tableau III-19- Mortalité totale de *Raja radula*.

Sexe	Z /an
Mâle	2,4
Femelles	0,82

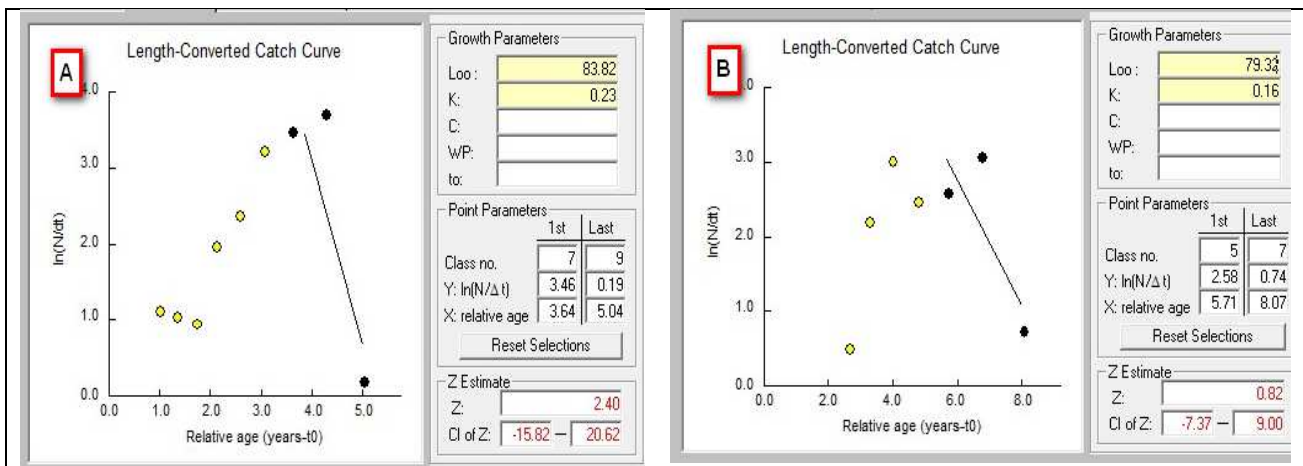


Figure III-18- Courbe de capture pour la détermination de la mortalité totale Z (Méthode de Pauly, 1984) ; A : Mâles, B : Femelles.

• **Mortalité par pêche**

La mortalité par pêche a été calculée par la méthode suivante : $F = Z - M$.

Le tableau III-20 regroupe les résultats des mortalités obtenus.

Tableau III 20- Mortalité par pêche de *Raja radula*

Sexe	F /an
Mâle	2,14
Femelles	0,6

4. Exploitation

4.1. VPA (données d'entrée)

Une analyse de cohorte (tableaux 1 et 2 ; annexe II) a été réalisée pour les mâles et les femelles de *Raja radula* dans la région Est.

Cette analyse a fourni les données d'entrées (tab. III-21 et III-22) pour l'analyse de THOMPSON et BELL (1934).

Tableau III-21- Données d'entrée pour l'analyse de Thompson et Bell (1934) de *Raja radula* (Mâles).

Données obtenues par l'analyse de cohorte de Jones.					Données supplémentaire
Centre de classe	Nombre de survivants	Facteur M	Mortalité par pêche	Poids moyen	
CC (cm)	NL (ind)	HL (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	Pm (g)	V (DA)
20	158	1.0453009	0.0194427	60.59680793	350
25		1.0492497	0.0197881	116.2824583	350
30		1.0539529	0.0201740	198.0590565	350
35		1.0596499	0.0623862	310.6988056	350
40		1.0666930	0.1098104	458.9107823	350
45		1.0756237	0.3246704	647.3507635	350
50		1.0873193	0.6387916	880.6284639	500
55		1.1033014	2.1881650	1163.313084	500
60		1.1264623	0.2600000	1499.937698	500

Tableau III-22- Données d'entrée pour l'analyse de Thompson et Bell (1934) de *Raja radula* (Femelles).

Données obtenues par l'analyse de cohorte de Jones.					Données supplémentaires
Centre de classe	Nombre de survivants	Facteur M	Mortalité par pêche	Poids moyen	
CC	NL (ind)	HL (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	Pm (g)	V (DA)
30	168	1.072248	0.010102	168.6970117	350
35		1.080737	0.064692	258.8114083	350
40		1.091488	0.185523	378.5831389	350
45		1.105545	0.150237	533.0797772	350
50		1.124711	0.251616	727.5982812	500
55		1.152399	0.951869	967.6519784	500
60		1.195934	0.220000	1258.959388	500

4.2. Analyse de production (Thompson et Bell, 1934)

Les données de sortie de l'analyse de cohorte de Jones (1983) ont été utilisées comme données d'entrée pour l'analyse de production fondée sur la longueur de THOMPSON et BELL (1934) pour chaque sexe, des données supplémentaires sont fournies, ces dernières sont récoltées durant les sorties effectuées.

Le facteur de F avec X=1 est pris comme exemple pour chaque sexe (tableaux.3 et 4 ; annexe II).

Un pas de 0.2 est utilisé pour les valeurs de F, les résultats sont consignés dans les tableaux III-23.

Les valeurs de la production totale, la biomasse totale et la valeur marchande totale sont regroupées dans le tableau III-23 illustré par la figure III-19 et III-20

Tableau III-23- : Production, valeur de la production et la biomasse pour différents niveaux de F chez *Raja radula*.

X*F	Mâles			Femelles		
	Yt (tonne)	Bm (tonne)	Vt (Million DA)	Yt (tonne)	Bm (tonne)	Vt (Million DA)
0	0	638.91	0	0	651.75	0
0.2	42.96	418.89	20.97	29.10	467.52	14.08
0.4	63.49	299.16	30.75	44.35	356.58	21.28
0.6	73.33	229.86	35.22	52.45	285.78	24.92
0.8	77.78	187.75	37.01	56.64	238.41	26.64
1	79.41	161.07	37.43	58.63	205.41	27.29
1.2	79.56	143.51	37.13	59.35	181.59	27.33
1.4	78.93	131.51	36.45	59.35	163.82	27.03
1.6	77.90	123.00	35.61	58.93	150.16	26.53
1.8	76.69	116.73	34.69	58.27	139.36	25.95
2	75.43	111.91	33.77	57.49	130.60	25.32
2.2	74.17	108.07	32.86	56.66	123.32	24.68
2.4	72.95	104.88	31.99	55.82	117.16	24.05
2.6	71.79	102.14	31.17	54.99	111.83	23.44
2.8	70.70	99.71	30.40	54.19	107.16	22.86
3	69.68	97.51	29.67	53.42	103.00	22.31

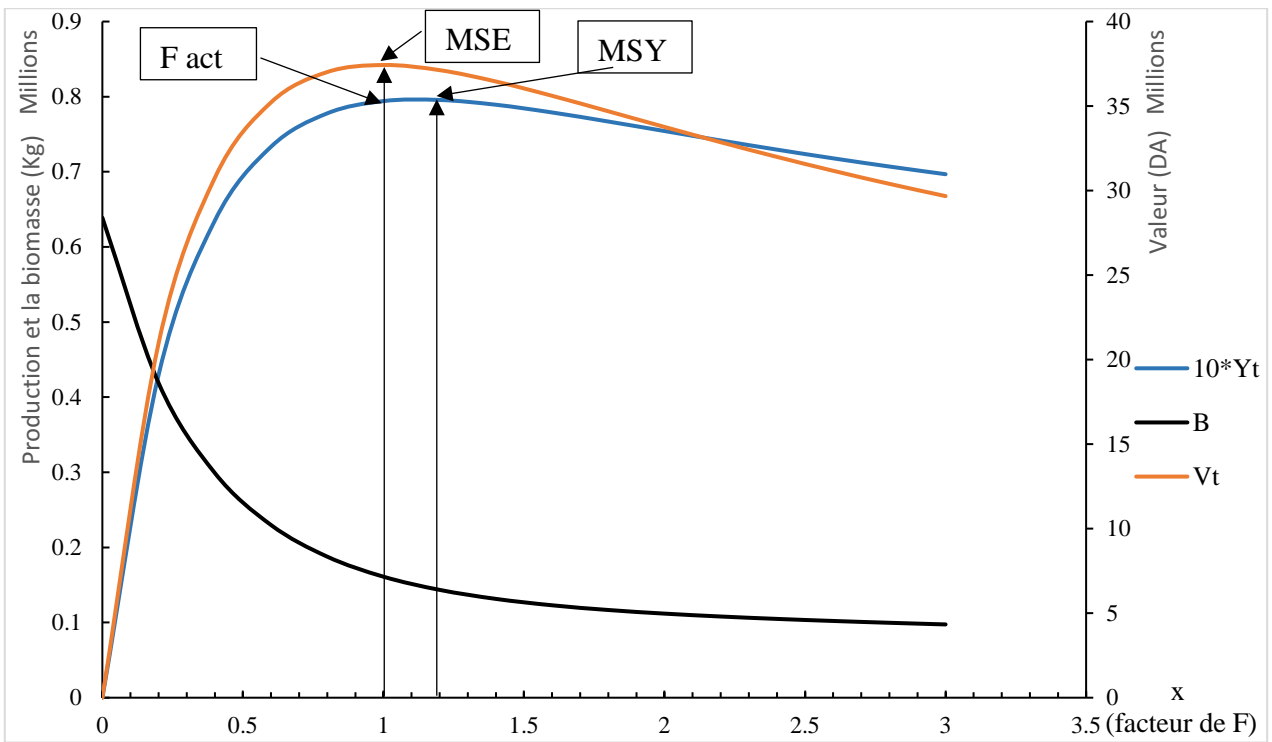


Figure III-19- : Évolution de la production, de la valeur marchande et de la biomasse pour différents niveaux de F pour les mâles de *Raja radula* (Approche mono-spécifique).

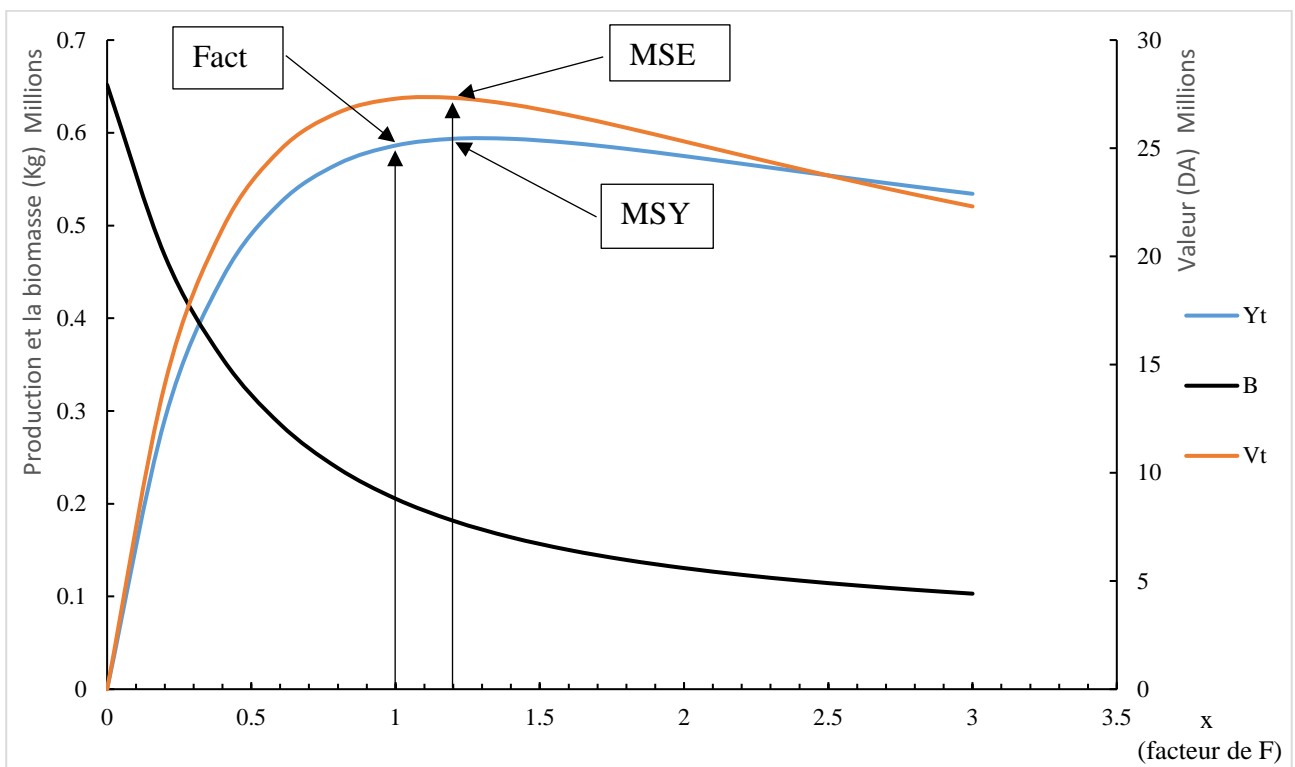


Figure III-20- : Évolution de la production, de la valeur marchande et de la biomasse pour différents niveaux de F pour les femelles de *Raja radula* (Approche mono-spécifique).

Ce modèle fait apparaître la production maximale équilibrée (MSY) et la production économique maximale équilibrée (MSE). Chez les mâles, l'effort de pêche actuel est proche du FMSY et encore

égale au FMSE. Chez les femelles, l'effort de pêche actuel est plus petit égal au FMSY et FMSE mais la différence production et en valeur marchande est très faible (1,21% et 1% respectivement). Le modèle ne recommande aucun changement de l'effort ; les efforts actuels pour chaque sexe se situent autour de la meilleure situation possible. Il est nécessaire donc de maintenir la situation actuelle.

Les résultats obtenus doivent être vérifiés du fait que les données utilisées sont insuffisantes. Une analyse portant sur un effectif plus important et une durée plus étalée apporterait sans doute de meilleurs résultats.

Conclusion

L'absence de connaissances sur la raie râpeuse dans le bassin algérien ainsi que le peu d'informations en Méditerranée, a mené à cette étude concernant plusieurs thèmes : biologie de la reproduction, régime alimentaire, croissance, exploitation et ce dans la région Est du bassin algérien. Certains points méritent d'être approfondis avec d'autres études plus importantes en termes d'échantillonnage et de temps.

L'étude de la reproduction a permis d'observer certains stades de maturité, première étape avant d'établir une échelle de maturité macroscopique pour chaque sexe en considérant l'aspect et l'état évolutif du tractus génital ; nous avons pu distinguer trois stades chez les femelles et quatre stades chez les mâles. En outre, l'examen des stades de maturité sexuelle doit être appuyé par l'étude des RGS et RHS, d'un suivi annuel et/ou mensuel par rapport à l'irrégularité de la période de ponte, selon CAPAPE (1974).

L'étude du régime alimentaire confirme les travaux relatifs à l'aspect qualitatif, où les Mollusques, les Poissons et les Crustacés constituent la nourriture de *Raja radula*. L'aspect quantitatif montre une dominance des Crustacés dans les proies ingérées par la raie râpeuse dans la région Est, expliqué par la disponibilité de nourriture car cette espèce est très sédentaire : CAPAPE (1974) indique que leur développement se réalise sur place, sans effectuer de déplacement même minime. On peut ajouter que cette dominance subit des fluctuations en fonction de la taille et des saisons, mais au sein de la classe des Crustacés elle-même.

Les résultats obtenus pour l'étude de la croissance montrent que *R. radula* a un coefficient de croissance faible et une longévité importante ; on observe une différence entre les deux sexes : les femelles ont une croissance linéaire moins rapide que les mâles pour un poids plus important.

En ce qui concerne l'exploitation par approche monospécifique/monengin, les résultats montrent une situation actuelle optimale. L'augmentation de l'effort n'apportera aucun gain, ni en production, ni en valeur marchande ; par contre, elle entraînerait le déclin du stock.

La présente étude a été effectuée pendant la période de janvier à juin 2015 avec un échantillonnage faible. De ce fait, quelques recommandations peuvent être énoncées pour une meilleure connaissance de cette espèce de raie. Pour compléter les informations sur la reproduction et le régime alimentaire, nous préconisons d'étaler l'étude dans l'espace et dans le temps (au moins une année, en fonction des saisons) avec la possibilité de travailler sur un échantillon plus important (campagnes d'échantillonnage dans tout le bassin algérien) et l'utilisation de toutes les données possibles. Pour compléter nos informations sur l'exploitation, une approche mixte, multiengin apportera certainement des résultats plus précis (approche écosystémique).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUFERSAOUI S., 2012. Contribution à l'étude du Sparidé *Pagellus acarne* (Risso, 1826) dans la région d'Alger : la structure des peuplements associés, les indices de reproduction, la croissance et exploitation. *Mémoire de magister, U.S.T.H.B Alger* : 106 p.

CAHIDE C.Y et ALI I., 2014. Age, growth and reproduction of rough ray, *Raja radula* (Delaroche, 1809) in Saros Bay (North Aegean Sea). *Journal of Black sea (Mediterranean Environment)*. Vol.20, n°3: pp. 213-227.

CAMHI M., FOWLER S., MUSICK J., BRÄUTIGAM A. et FORDHAM S., 1998. Les requins et autres poissons cartilagineux : écologie et conservation. *Groupe de spécialistes des requins de la CSE de l'UICN. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni*, iv : 44 p.

CAPAPE C., 1974. Systématique, écologie et biologie de la reproduction des sélaciens des côtes tunisienne : Fascicule IV : Biologie de la reproduction. *Thèse de Doctorat de 3eme cycle. Paris. Université de Paris VI* : 193p.

CAPAPE C., GUELORGET O. et QUIGNARD JP., 2004. The elasmobranch from the Bahiet El Biban (Southern Tunisia, Central Mediterranean): A survey. *Annales. Ser. Hist. nat.14-2004-1* : pp 19-28.

CAVANAGH R. et GIBSON C., 2007. Overview of the Conservation Status of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) in the Mediterranean Sea. *IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain. VI* : 42 pp.

CHEMLI M. et OUHAMOU N., 2010. Contribution à l'étude des Crustacés Brachyours dans la région d'Alger : Inventaire, Systématique et structure des populations. *Mémoire d'ingénieur, ENSSMAL Alger* : 46p.

CHERABI O., 1987. Contribution à l'étude de la biologie du pageot commun et à l'écologie de la famille des Sparidés de la baie d'Alger. *Thèse de Magister, U.S.T.H.B, Alger* : 160p.

CONRATH C. L., 2004. Reproductive Biology. *Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary (Chapter 7)*: pp. 133-164.

DIEUZEIDE R., NOVELLA M. et ROLLAND J., 1953. Catalogue des poissons des côtes algériennes. *Bull. Stm. Aquic. Pêche Castiglione I (ns), H, 1952 [1953]*: 425p

DJABALI F., MEHAILIA A., KOUDIL M. et BRAHMI B. 1994. A reassessment of equations for predicting natural mortality in Mediterranean teleosts: *Fishbyte Section*: pp.33-34.

FEGAS B., 1998. Contribution à l'étude systématique des représentants de la famille des Rajidae. *Mémoire de D.E.S, U.S.T.H.B, Alger* : 46 p.

- FISCHER W., BAUCHOT M. L. et SCHNEIDER M., 1987.** Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire (Révision 1. Zone de pêche. 37). Éd. FAO, *Vertébrés, Volume II* : pp 762 -1530.
- FROESE R. et PAULY D.** (page consultée le 15/03/2015). Fishbase. World Wide Web electronic publication [en ligne]. Adresse url : www.fishbase.org.
- GRIMES S., 2010.** Peuplement benthique des substrats meubles de la cote algérienne : Taxonomie, Structure, et statut écologique. *Thèse de Doctorat, Université d'Oran* : 361p.
- HARCHOUCHE K., 2006.** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara manea* (poisson, téléostéen) des côtes algériennes. *Thèse de doctorat d'état, U.S.T.H.B, Alger* : 230 p.
- HEMIDA F., 1987.** Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) dans la région d'Alger : biologie et exploitation. *Thèse de Magister USTHB, Alger* :157 p.
- HEMIDA F., 2005.** Les sélaciens de la cote algérienne : biosystématique des requins et des raies : écologie, reproduction et exploitation de quelque populations capturées : *Thèse de Doctorat d'état, USTHB, Alger* :272 p.
- ICES (INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA), 2012.** Report of the workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranches (WKMSSEL, 2012). *ICES CM 2012/ACOM. Lisbon, Portugal* : 106p.
- KADRI H., SONDES M., BRADAI M N., BOUAÏN A., MORIZE E. 2014a.** Age, growth and length-weight relationship of rough skate, *Raja radula* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyans; Rajidae), from the Gulf of Gabes (Tunisia, Central Mediterranean). *Journal of Coastal Life Medicine, Vol.2, N°5*: pp. 344-349.
- KADRI H., SONDES M., BRADAI M.N., BOUAÏN A. et MORIZE, E., 2014b.** Morphometric characters of the Mediterranean rough ray, *Raja radula* (Chondrichthyes: Rajidae) in the Gulf of Gabes (Tunisia, Central Mediterranean). *International Journal of Science and Knowledge, Vol. 3; No. 1; 34-41*: pp.34-41.
- KARTAS F. et QUIGNARD J-P., 1984.** La fécondité des poissons téléostéens. *Collection de Biologie des Milieux Marins N°5 ; ed. MASSON, Paris* : 120p.
- LADOUL S., 2011.** Utilisation du sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*, Geoffroy St Hilaire, 1817) comme modèle bio-indicateur dans la région d'Alger : Comportement, Gestion et Surveillance : *Thèse de Magister, ENSSMAL, Alger* : 101p.
- LECLAIRE L., 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéobaléares précontinent algérien). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Série C. Tome XXIV. Ed. du Muséum, Paris* : 391 p.
- MELLINGER J., 2002.** Sexualité et reproduction des poissons. Éd..CNRS , Paris : 348p.

- PATRICK L., 2002.** Guide d'identification des poissons marins Europe de l'Ouest et Méditerranée 2eme édition mise à jour. *ULMER. France* : 430p.
- PAULY D., 1985.** Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux : Rome Italie 1985. *FAO Doc. Tech. Pêches, (234):56 p.*
- PAULY D., 1980.** On the interrelation ships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons.C.I.E.M., 39 (2) : pp. 175-192.*
- QUERO J. C. et VAYNE J. J., 2005.** Les poissons de mer de pêches françaises. *Éd. Delachaux et Niestlé, Barcelone* : 304 p.
- SCHWARTZ D., 1992.** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. *Collection statistique en biologie et en médecine. Éd. Flammarion Médecine science, Paris* : 303p.
- SPARRE P. et VENEMA, S. C., 1996.** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux (première partie : manuel). *Rome, FAO do. Tech. sur les pêches, Rev.I., 306/1: 401 p.*
- STEHMANN M. F., 2002.** Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Institute for Sea Fisheries, Hamburg, Germany. Arch. Fish. Mar. Res. Vol.50 (1): pp. 23-48*
- TIXIER A. et GAILLARD J. M., 1969.** Anatomie animale et Dissection. *3eme Éd. Vigot Frères. France* : 301 p
- TRÉGOUBOFF F G ET ROSE M., 1957.** Manuel de planctonologie méditerranéenne. *Tome I: II. SNRS. Paris: 587P.*

Annexes

G : 10*1,25

1,5 mm



Coquille de Gastéropode.

G : 10*1,2

1,5 mm



Colonne vertébrale.

G : 10*1,25

1,5 mm



patte ravisseuse de *Squilla mantis*

G : 10*0,7

1,5 mm



Aristeus antennatus.

G : 10*1

1,5 mm



Crevette indéterminée

G : 10*1,4

1,5 mm



Liocarcinus depurator

G :10*1,12



1,5 mm

Crabe indéterminé

G :10*2,25



1,5 mm

Crustacé indéterminé

G :10*1,75



1,5 mm

Végétal indéterminé

Tableau 1- Valeurs obtenues par l'analyse de Jones de *Raja radula* (femelles)

L1	L2	C.C	Cl	V	HL	NI	St	Z dt	F/Z	F dt	Z	F
28	32	30	1	350	1.0453	158.2120	0.9092	0.0952	0.0696	0.0066	0.2794	0.0194
32	36	34	1	350	1.0492	143.8394	0.9017	0.1035	0.0707	0.0073	0.2798	0.0198
36	40	38	13	350	1.0540	129.7001	0.8929	0.1133	0.0720	0.0082	0.2802	0.0202
40	44	42	10	350	1.0596	115.8122	0.8661	0.1437	0.1935	0.0278	0.3224	0.0624
44	48	46	7	350	1.0667	100.3095	0.8321	0.1838	0.2969	0.0546	0.3698	0.1098
48	52	50	13	500	1.0756	83.4709	0.7195	0.3291	0.5553	0.1828	0.5847	0.3247
52	56	54	15	500	1.0873	60.0603	0.5549	0.5890	0.7107	0.4186	0.8988	0.6388
56	60	58	12	500	1.1033	33.3270	0.0600	2.8132	0.8938	2.5145	2.4482	2.1882
60	64	62	1	500	1.1265	2	0.5945	0.52	0.5	0.26	0.5200	0.2600

Tableau -2- Valeurs obtenues de l'analyse de Jones de *Raja radula* (mâles)

L1	L2	C.C	Cl	V	HL	NI	St	Z dt	F/Z	F dt	Z	F
27.5	32.5	30	1	350	1.0722	167.7581	0.8642	0.1459	0.0439	0.0064	0.2301	0.0101
32.5	37.5	35	6	350	1.0807	144.9800	0.8179	0.2010	0.2272	0.0457	0.2847	0.0647
37.5	42.5	40	15	350	1.0915	118.5757	0.7235	0.3237	0.4575	0.1481	0.4055	0.1855
42.5	47.5	45	10	350	1.1055	85.7882	0.7127	0.3386	0.4058	0.1374	0.3702	0.1502
47.5	52.5	50	13	500	1.1247	61.1446	0.6015	0.5083	0.5335	0.2712	0.4716	0.2516
52.5	57.5	55	25	500	1.1524	36.7781	0.1631	1.8131	0.8123	1.4728	1.1719	0.9519
57.5	62.5	60	3	500	1.1959	6.0000	0.6440	0.4400	0.5000	0.2200	0.4400	0.2200

Tableau 3- Valeurs obtenues par l'analyse Thomson et Bell (*R. radula* mâles) pour X= 1.

L1	L2	CC	Hi	F	Fi=X*F	Zi= Fi+M	Wm	V	NL	Ci	Y	V	Bm
17.5	22.5	20	1.0453	0.0194	0.0194	0.2794	60.60	350	200.00	1	60.73	21254.75	5449.51
22.5	27.5	25	1.0492	0.0198	0.0198	0.2798	116.28	350	178.31	1	116.53	40786.87	10143.19
27.5	32.5	30	1.0540	0.0202	0.0202	0.2802	198.06	350	157.25	1	198.49	69470.57	16703.82
32.5	37.5	35	1.0596	0.0624	0.0624	0.3224	310.70	350	136.85	3	934.11	326939.21	25043.06
37.5	42.5	40	1.0667	0.1098	0.1098	0.3698	458.91	350	115.30	5	2299.52	804830.51	34509.16
42.5	47.5	45	1.0756	0.3247	0.3247	0.5847	647.35	350	93.00	13	8433.76	2951815.31	42297.93
47.5	52.5	50	1.0873	0.6388	0.6388	0.8988	880.63	500	64.94	19	16768.12	8384061.29	42431.88
52.5	57.5	55	1.1033	2.1882	2.1882	2.4482	1163.31	500	34.82	28	32643.20	16321601.45	24041.55
57.5	62.5	60	1.1265	0.2600	0.2600	0.5200	1499.94	500	2.00	1	1503.18	751590.61	6535.57
											79414.72	37428679.18	161069.06

Tableau 4- Valeurs obtenues par l'analyse Thomson et Bell (*R. radula* femelles) pour X= 1.

L1	L2	CC	Hi	F	Fi=X*F	Zi= Fi+M	Wm	V	NL	Ci	Y	V	Bm
27.5	32.5	30	1.072	0.010	0.010	0.230	168.70	350	146.65	0.88	147.82	51737.96	14633.20
32.5	37.5	35	1.081	0.065	0.065	0.285	285.78	350	131.99	5.26	1502.51	525878.10	23225.46
37.5	42.5	40	1.091	0.186	0.186	0.406	451.16	350	117.72	13.14	5930.08	2075527.82	31964.07
42.5	47.5	45	1.106	0.150	0.150	0.370	674.92	350	92.52	8.76	5914.05	2069918.99	39364.84
47.5	52.5	50	1.125	0.252	0.252	0.472	967.65	500	72.00	11.39	11022.91	5511456.72	43808.45
52.5	57.5	55	1.152	0.952	0.952	1.172	1340.48	500	55.89	21.91	29365.36	14682680.36	30850.21
57.5	62.5	60	1.196	0.220	0.220	0.440	1805.01	500	35.56	2.63	4744.98	2372491.00	21568.10
											58627.722	27289690.95	205414.32