

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

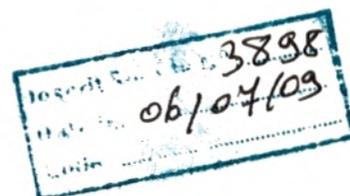
Université ABOUBEKR BELKAÏD-TLEMCCEN

FACULTE DES SCIENCES/DEPARTEMENT DE BIOLOGIE & ENVIRONNEMENT

Laboratoire de recherche : Valorisation des actions de l'homme pour la protection
de l'environnement et application en santé publique.

pag: 162/04

MEMOIRE



en vue de l'obtention du
Diplôme de Magister
en Ecologie et biologie des populations

THEME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ANCHOIS (*Engraulis encrasicolus*, L.1758)
DE L'EXTREME OUEST ALGERIEN (GHAZAOUET ET BENI SAF).
RECHERCHE DE QUELQUES METAUX LOURDS.**

Présenté par :

Mr : BENMANSOUR Nasr-Eddine

Soutenu en juin 2009 devant le jury composé de :

Mr KHELIL Mohammed Anouar	Pr. Université de Tlemcen	Président
Mme KAID SLIMANE Nacera	M.C. Université de Tlemcen	Promoteur
Mr BACHA Mahmoud	C.C. Université de Bejaia	Co-Promoteur
Mme ABDELLAOUI Karima	M.C. Université de Tlemcen	Examinatrice
Mr MESLI Lotfi	M.C. Université de Tlemcen	Examineur
Mme BENGUEDDA Wacila	C.C. Université de Tlemcen	Invitée

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université ABOUBEKR BELKAÏD-TLEMEN

FACULTE DES SCIENCES/DEPARTEMENT DE BIOLOGIE & ENVIRONNEMENT

Laboratoire de recherche : Valorisation des actions de l'homme pour la protection
de l'environnement et application en santé publique.

MEMOIRE

en vue de l'obtention du
Diplôme de Magister
en Ecologie et biologie des populations

THEME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ANCHOIS (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758)
DE L'EXTREME OUEST ALGERIEN (GHAZAOUET ET BENI SAF).
RECHERCHE DE QUELQUES METAUX LOURDS.**

Présenté par :

Mr : BENMANSOUR Nasr-Eddine

Soutenu en juin 2009 devant le jury composé de :

Mr KHELIL Mohammed Anouar	Pr. Université de Tlemcen	Président
Mme KAID SLIMANE Nacera	M.C. Université de Tlemcen	Promoteur
Mr BACHA Mahmoud	C.C. Université de Bejaia	Co-Promoteur
Mme ABDELLAOUI Karima	M.C. Université de Tlemcen	Examinatrice
Mr MESLI Lotfi	M.C. Université de Tlemcen	Examineur
Mme BENGUEDDA Wacila	C.C. Université de Tlemcen	Invitée

Année universitaire : 2008-2009

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je voudrais faire part de mes vifs remerciements aux personnes qui ont eu l'amabilité de m'aider et de me soutenir, je pense spécialement à :

Mme KAID SLIMANE Nacéra qui a accepté de m'encadrer, de me diriger, en m'accordant sa confiance.

Mr BACHA Mahmoud, mon co-promoteur de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia, qui m'a accueilli au sein du Laboratoire d'écologie et environnement et qui m'a réservé les meilleures conditions de travail ainsi que pour sa contribution à l'évaluation de ce mémoire par ses remarques tout à fait pertinentes.

J'espère que ce travail sera un témoignage pour l'aide et la confiance dont ils ont fait preuve à mon égard.

Mes remerciements les plus vifs vont également à Mr KHELIL Mohammed Anouar pour avoir bien voulu présider le jury.

J'adresse mes remerciements à Mr MESLI Lotfi qui m'a fait profiter de sa vision complémentaire indispensable dans ce travail interdisciplinaire. Egalement un grand merci pour Mme ABDELLAOUI Karima qui a accepté d'examiner ce mémoire et de participer à ce jury.

Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et l'expression de mon profond respect.

Par ailleurs, je m'empresse de remercier chaleureusement :

Mme BENGUEDDA Wacila, pour son précieux savoir, ces judicieux conseils ainsi que sa précieuse sympathie.

Mr MAHDJOUR Tewfik, qui m'a aidé d'une façon très remarquable en statistiques, par sa compréhension et sa disponibilité.

Mr Jean Michel BRYLINSKI de l'université du Littoral Côte d'Opale, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, Wimereux, France', qui m'a aidé dans la partie « régime alimentaire ».

Mr KADI Med, Président Directeur Général d'Alzinc, Mr GOUAL T.M Chef de Service du Laboratoire de Contrôle de Qualité, pour m'avoir bien accueilli et permis d'effectuer les analyses de métaux lourds au sein d'Alzinc-Ghazaouet.

Mr AGGAB Chouaib, patron côtier de métier et océanographe de formation, qui m'a prêté aide au niveau du port de Ghazaouet et de Béni Saf.

Enfin, à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail et que j'ai omis de citer, je suis sûr qu'ils se reconnaîtront (Mme BENDIOUIS C, Mr BENDIMERED M.A, Mr BOU ABDELLAH H, Mr BOUKLI A S,) un grand MERCI.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I-GENERALITES SUR LA PECHE	4
1-La pêche en méditerranée	4
2- Protection des ressources halieutiques et limitation de l'effort de pêche en Méditerranée	4
3- Le secteur de la pêche et les petits pélagiques en Algérie	6
3.1. le secteur de la pêche en Algérie	6
3.1.1. Les ports de pêche et sites de débarquement	6
3.1.2 Découpage administratif	7
3.1.3 Principaux segments de pêche	8
3.1.4. Ressources halieutiques	8
3.1.5. Principales réglementations appliquées au secteur de la pêche	9
3.2.1 Situation actuelle du secteur de la pêche en Algérie	11
3.1.2. Situation de la pêche des petits pélagiques en Algérie	13
II - LA POLLUTION MARINE PAR LES METAUX LOURDS	17
1. Généralités sur la pollution marine	17
1.1 Les types de la pollution marine	17
a) Pollution par les hydrocarbures	17
b) Pollution organique	17
c) Pollution thermique	18
d) Pollution chimique	18
1.2 La pollution en Méditerranée occidentale	19
1.3 La pollution des eaux marines en Algérie	19
2. Pollution métallique	20
2.1. Les métaux lourds ou éléments en traces métalliques	20
-Les métaux essentiels ou Oligoéléments	20
-Les métaux non –essentiels ou métaux toxiques	21
2.2. Pollution par les métaux lourds	21
2.3. La bioaccumulation des métaux lourds	21

a) L'assimilation	21
b) La bioaccumulation par l'individu : La bioconcentration	22
c) La bioaccumulation entre individus : la bioamplification	24
2.4. Mécanisme de capture des métaux	24
2.5. Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin	25
3. Caractéristiques des métaux étudiés	27
III - PRESENTATION DU MATERIEL BIOLOGIQUE	29
1. Rang taxonomique	29
2. Noms scientifiques	29
3 .Description	30
4. Biologie	31
4.1. Répartition géographique	31
4.2. Habitat	32
4.3. Alimentation	33
4.4. Croissance	33
4.5. Reproduction	34
5. Intérêt économique	35
a-Composition et valeur nutritionnelle pour l'homme	35
b- Engin de pêche et commercialisation	36
CHAPITRE II - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	39
1. Situation géographique	39
a. La ville de Béni Saf	39
b. La ville de Ghazaouet	39
c- Le port de pêche de Béni Saf	40
d- Le port de pêche de Ghazaouet	41
2. Les facteurs physiques	43
2.1 La bathymétrie	43
2.2 La sédimentologie	44
2.3 Les courants	45
2.4 Les vents	46
2.5 Les houles et les marées	47

3. Le climat	47
3.1 Les paramètres climatiques étudiés de chaque région	48
a- Les précipitations	48
b- Les températures	49
3.2 Synthèse bioclimatique	53
a- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	53
b- Le quotient pluviométrique d'EMBERGER	54
CHAPITRE III - MATERIEL & METHODES	56
1. Echantillonnage	57
1.1 Traitement des échantillons	57
2. Travail au laboratoire	58
2.1 Partie biométrique	58
2.1.1. Caractères méristiques	58
2.1.2 Caractères morpho-métriques	60
2.1.3 Les indices métriques utilisés	61
a- Indice céphalique	61
b- Indice pré-dorsal	61
c- Indice pré-anal	61
2.1.4. Pièces squelettiques	62
a- Les otolithes	62
c- Les vertèbres	62
2.1.5 Nombre de rayons à la nageoire dorsale et anale	63
2.2 Partie reproduction	63
a- Détermination du sexe	63
b- Rapport Gonado-Somatique	63
c- Sex-ratio	64
d- Relation taille-poids par sexe	64
2.3. Partie régime alimentaire	65
2.3.1 Contenus stomacaux	65
2.3.2 Analyses au laboratoire	65
2.3.4 Traitement des données	66

a-Remplissage de l'estomac	66
b- Nombre moyen de proies par estomac	66
c- Abondance relative (Ar) ou pourcentage numérique (%N)	66
d- Coefficient d'occurrence (C.O) ou fréquence d'occurrence (%F)	66
e- Indice de Costello	67
f- Spectre d'alimentions	67
2.4 Partie Dosage des métaux lourds	68
2.4.1. Choix du matériel biologique	68
2.4.2. Choix des contaminants	68
2.4.3. Mode opératoire	68
2.4.4. Principe de la minéralisation	69
2.4.5. Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons par la voie sèche	69
a-Séchage à l'étuve	69
b-Réduction en cendres	69
c-Filtration et mise en solution	69
2.4.6. Dosage des métaux lourds par spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF)	70
a- Principe	70
b- Appareillage	71
c- Propriété de l'appareil de mesure (ALZING)	72
d-Calcul des concentrations	73
3. L'analyse statistique	73
CHAPITRE IV - RESULTATS & DISCUSSIONS	74
1- BIOMETRIE	75
1.1-Caractères meristiques	75
1.1.1. Nombre de vertèbres	75
1.1.2. Nombre de rayons des nageoires	78
a-Nombre de rayons de la nageoire dorsale	78
b-Nombre de rayons de la nageoire anale	78
1.2. les caractères morpho-métriques	79
1.2.1. Les différents indices	79

1) La baie de Ghazaouet	80
a-Indice Céphalique	80
b. Indice pré-dorsal	82
c. Indice pré-anal	84
2) La baie de Béni-Saf	88
a-Indice Céphalique	88
b. Indice pré-dorsal	90
c. Indice pré-anal	92
3) Comparaison des indices métriques entre les deux sexes	95
4) Comparaison des indices entre les régions	96
5) Comparaison avec d'autres résultats	98
1.3. Conclusion	99
2-REPRODUCTION	100
2.1 Le rapport Gonado-Somatique R.G.S	100
a- Evolution mensuelle du rapport Gonado-Somatique	100
2.2- Sex-ratio	101
a- Sexe-ration global	102
b- Sexe-ration mensuel	103
c- Sexe-ration en fonction de la taille	104
2.3-Relation taille-poids par sexes	107
2.4. Conclusion	108
3 – REGIME ALIMENTAIRE	109
3.1. Résultats et interprétations	109
3.1.1 Coefficient de vacuité (CV)	112
3.1.2 Nombre moyen de proies par estomac	112
3.1.3Analyse quantitative	112
a- Abondance relative en nombre	112
b- Les fréquences d'occurrence	115
3.1.4 Comportement alimentaire de l'anchois selon différents indices	116
a-Indice écologique	116
b-La représentation graphique de Costello (1990)	117

3.2. Les préférences alimentaires de l'anchois	118
3.2.1 Variation des fréquences d'occurrence avec la taille de l'anchois	118
3.2.2 Variation mensuelle du régime alimentaire	121
3.3. Comparaison du régime alimentaire entre les deux régions	123
3.4. Discussion et comparaison avec d'autres secteurs géographiques	124
3.5. Conclusion	126
4 - DOSAGE DES METAUX LOURDS	127
4.1. Comparaison des teneurs métalliques moyennes enregistrées dans les différents organes de l'anchois de Ghazaouet et Béni Saf	129
4.2. Evolution temporelle des métaux	131
A-Evolution mensuelles des teneurs en métaux dans la région de Béni Saf	131
B-Evolution mensuelles des teneurs en métaux dans la région de Ghazaouet	138
4.3. Traitement statistique	145
4.4. Comparaisons des résultats concernant les niveaux de concentration dans le filet (chair) de l'anchois avec des valeurs de références fixé par l'OMS et la directive européenne (2000/60/CE)et quelques études antérieures	146
4.5. Conclusion	148
Conclusion générale	151
Références bibliographiques	155

INTRODUCTION

Introduction

L'importance des pêches pour un pays ne peut pas être uniquement jugée par sa contribution au produit intérieur brut « PIB », par exemple en Algérie, il représente 1,3% (Le PIB est un indicateur approximatif de la richesse créée sur un territoire), mais doit tenir compte du fait que les ressources et les produits de la pêche sont des composantes fondamentales de l'alimentation et de l'emploi.

Un autre aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes, est leur caractère auto-renouvelable. Cela signifie que si une ressource halieutique, ou toute autre ressource biologique auto-renouvelable, est bien gérée sa durée est quasiment illimitée (FAO, 2003).

En Méditerranée, la pêche des poissons de surface s'est considérablement développée. L'Algérie n'échappe pas à cette tendance. Le développement des techniques de pêche est devenu plus efficace, il facilite le travail des pêcheurs, mais peut réduire l'abondance du poisson voire sa disparition à long terme. L'usage désordonné de la ressource halieutique, est un facteur de risque aussi bien écologique qu'économique.

L'Algérie a participé au projet COPEMED de la FAO (Projet COPEMED pour le développement et l'Exploitation des Pêcheries dans le bassin occidental de la Méditerranée) dont le but principal était de renforcer la collaboration scientifique entre les pays de la Méditerranée Occidentale pour une gestion durable des pêcheries surtout pour les stocks des petits pélagiques.

Du point de vue richesse biologique, la marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables, en particulier, les ressources pélagiques estimées à 191 468 tonnes lors de la campagne acoustique réalisée par le navire océanographique « Thalassa » au mois d'octobre 1982 (ISTPM, 1982). Cette biomasse pélagique est très proche de celle effectuée récemment (187 000 tonnes) au mois de février 2003, par le navire Océanographique Espagnol Vizconde de Eza ,60% de cette biomasse est représentée par les anchois (MPRH, 2004).

L'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) est l'une des espèces pélagiques les plus pêchées sur le littoral algérien. La production algérienne de cette

espèce a connu une grande fluctuation durant ces dernières années, où elle varie entre 1374 et 6085 tonnes (**Fishstat, 2005**), donc cette espèce est considérée comme surexploitée en mer algérienne.

Pour cela on doit apprécier un mode de gestion de cette pêcherie, une contribution à l'étude biologique de l'anchois de l'extrême Ouest algérien constitue une étape préliminaire pour la compréhension des causes de fluctuation des stocks de ce poisson (pêche excessive qui menace le renouvellement de cette espèce, les problèmes de pollution...).

Notre travail consiste à faire un échantillonnage sur cette espèce durant une période de six mois allant de juillet jusqu'à décembre dans deux stations différentes « **Ghazaouet et Béni-Saf** ».

Cependant, le but de notre contribution est d'acquérir le maximum d'informations sur cette espèce par une étude sur ses caractères biométriques, un aperçu sur sa reproduction et la connaissance de son régime alimentaire. Ces facteurs nous permettent de situer l'espèce dans l'écosystème marin et dans le réseau trophique et enfin nous sommes intéressés à la bioaccumulation de sept métaux lourds (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Cr, Ni) au niveau des branchies et du filet.

Le présent travail comporte quatre chapitres.

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique, divisée en trois parties, la première comporte des généralités sur la pêche dans notre pays (secteur de la pêche et leur caractéristiques, situation et fluctuation des stocks des petits pélagiques), la seconde partie a permis de définir la pollution marine en générale et précisément par les métaux lourds, une dernière partie comporte la description du matériel biologique étudié.
- Le deuxième chapitre décrit les deux zones d'études, avec leurs situations géographiques et leurs caractères physiques (la bathymétrie, la sédimentologie, la courantologie, les vents et le climat).
- Le troisième chapitre est réservé aux différentes méthodes suivies durant ce travail et le matériel utilisé.
- Le quatrième Chapitre aborde les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations et discussion, suivis par une conclusion générale.

CHAPITRE I

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I-GENERALITES SUR LA PECHE :

1-La pêche en méditerranée :

La Méditerranée reste toutefois une mer oligotrophe. Les ressources halieutiques comprennent quelques 120 espèces commerciales pour une pêche annuelle de l'ordre de 1.1 millions de tonnes. La mer Baltique, dont la superficie est cinq fois inférieure, fournit au moins deux fois la production méditerranéenne. Cette pauvreté de la biomasse s'explique par une carence en sels nutritifs, éléments indispensables à la fabrication de matières organiques par les végétaux, ainsi qu'au faible brassage des eaux. De même, l'étroitesse du plateau continental réduit les zones possibles de forte reproduction du benthos. Ces carences quantitatives de biomasse n'empêchent pas une grande diversité du milieu marin. L'extrême transparence des eaux méditerranéennes rend possible la photosynthèse jusqu'à une centaine de mètres. De là une importante diversité des chaînes biotiques. Alors que sa surface ne représente que 0,8% de la surface de l'océan mondial, la mer Méditerranée compte ainsi 7% des espèces de faune et de flore marines connues dans le monde, abritant 900 espèces marines dont une vingtaine de cétacés. De plus, les récents développements de la recherche en eaux profondes révèlent l'existence de plusieurs canyons sous-marins, lacs de saumure, récifs coralliens d'eaux froides et monts sous-marins, sources d'une exceptionnelle biodiversité (**Rochette, 2007**).

2- Protection des ressources halieutiques et limitation de l'effort de pêche en Méditerranée :

Lors du Colloque scientifique international « Pour qui la Méditerranée au 21ème Siècle », **Ben Alaya (1992)**, Secrétaire Général du **CGPM** fait état d'une augmentation de la pêche à partir de l'année 1970 en Méditerranée. Selon lui, la tendance générale qui se dégage est l'accroissement des prises tout au long de la dernière décennie, et pour certaines espèces pélagiques, les captures ont dépassé le niveau de la production naturelle.

Le Secrétaire Général reconnaît implicitement l'existence d'une surpêche dans le bassin méditerranéen. Face à cette situation, il préconise l'idée de l'aménagement

des pêcheries et du rôle important du **CGPM** qu'il doit jouer dans l'élaboration d'une nouvelle stratégie de pêche en Méditerranée.

En l'état, l'exploitation halieutique exige une gestion rationnelle des stocks de pêche, ainsi que la préservation des lieux de reproduction situés sur le plateau continental, et principalement dans les prairies sous-marines. La mer est considérée depuis toujours comme un garde-manger aux ressources inépuisables. La pêche, pratique ancestrale liée à une connaissance empirique, n'est plus exercée en harmonie avec la nature. L'évolution technologique des moyens de capture a créé un déséquilibre biologique (**M.P.R.H.2003**).

C'est pourquoi un nombre croissant de pays prend aujourd'hui conscience de la nécessité impérieuse de limiter l'effort de pêche.

C'est ainsi que les pays méditerranéens ont, dans leur ensemble, pris conscience des limites réelles des ressources exploitées (**M.P.R.H.2003**).

A cet égard, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ont pris des positions fermes de nature à stabiliser leurs flottilles de pêche. Signalons aussi la décision prise conjointement par l'Algérie et le Maroc de geler les investissements sur l'exploitation des stocks communs pélagiques (trois fermetures saisonnières et par zone de pêche).

Par ailleurs, l'Algérie a interdit la pêche au chalut en de çà de 50 mètres de profondeur, et la Tunisie a une réglementation similaire dans le Golfe de Gabès. Bien avant, et parallèlement à certaines mesures d'encouragements à la pêche, les trois pays du Maghreb se préoccupent du devenir des ressources biologiques de la mer, et luttent contre leur exploitation abusive. Les législations nationales contiennent, en effet, des mesures restrictives dont le but est, sans conteste, la protection des ressources halieutiques (**M.P.R.H.2003**).

3- Le secteur de la pêche et les petits pélagiques en Algérie:

3.1. Le secteur de la pêche en Algérie

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1280 Km, de la frontière algéro-marocaine à l'Ouest, à la frontière algéro-tunisienne à l'Est (Fig.1).

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit, à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et de la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est. La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne, offre près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche (M.P.R.H.2003).

3.1.1 Les ports de pêche et sites de débarquement :

La côte algérienne est divisée en quatorze wilayas maritimes. Chaque wilaya renferme un certain nombre de ports, d'abris de pêche et de plages d'échouage. Soixante quatre (64) sites de débarquements longent la côte algérienne à savoir:

- 32 ports;
- 23 plages d'échouage;
- 04 sites d'abris aménagés;
- 05 sites d'abris naturels.

Les principaux sites de débarquements sont des ports et sont au nombre de quatorze (Fig. 1) (M.P.R.H.2003).



Figure 1: Le littoral Algérien avec l'emplacement des différents sites de débarquements (M.P.R.H.2003).

3.1.2 Découpage administratif

Administrativement, le littoral algérien est découpé en 14 directions de pêche et d'aquaculture relevant du ministère de la pêche et des ressources halieutiques. Une Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques «DPRH» est attribuée à chaque wilaya maritime. A chaque direction sont rattachées des antennes de pêche. Le tableau suivant représente la répartition des wilayas maritimes par région

Tableau I-1. Répartition des wilayas maritimes par région.

Région	Direction de wilayas
Ouest	Tlemcen, Ain Temouchent, Oran, Mostaganem,
Centre	Chef Tipaza, Alger, Boumerdes, Tiziouzou
Est	Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref

3.1.3 Principaux segments de pêche :

Concernant la flottille de pêche maritime, elle s'articule autour de trois grands types:

- Les chalutiers, destinés, principalement à la capture du poisson demersal (ou poisson du fond) appelé communément «poisson blanc»;
- Les sardiniers (senneurs), destinés à la capture du poisson pélagique (ou de surface) appelé également «poisson bleu»;
- Enfin les petits métiers, appellation locale qui désigne les petites embarcations. Ces métiers sont destinés, principalement à la pêche de l'espadon et des Sparidés.

La flottille de pêche en Algérie compte aujourd'hui quelques 457 embarcations, tous types confondus, pour une population de marins-pêcheurs de 3 131 personnes inscrites sur le registre maritime (M.P.R.H, 2007).

3.1.4. Ressources halieutiques

Du fait de l'absence des études sur l'évaluation des stocks en Algérie, on s'est limité pour présenter la situation des ressources halieutiques, aux campagnes d'évaluations réalisées dans le cadre de coopérations avec des pays étrangers.

En général, du point de vue richesse biologique, la marge continentale de l'Algérie recèle des ressources halieutiques non négligeables. Les ressources pélagiques ont été estimées à 191.468 tonnes lors de la campagne acoustique réalisée par le navire océanographique «THALASSA» au mois d'octobre 1982 (ISTPM, 1982). Cette biomasse pélagique totale est très proche de celle estimée lors d'une campagne acoustique antérieure (187.191 tonnes) effectuée au mois d'avril et mai 1974 (Juneman et al, 1974). Elle est, également, très proche de celle effectuée (187 milles tonnes) pendant le mois de février 2003, par le navire océanographique Espagnol VIZCONDE DE EZA (MPRH, 2004).

D'après cette dernière campagne, les stocks de poissons pélagiques (essentiellement composés de sardines et d'anchois) sont répartis, en fonction des 03 zones prospectées comme suit:

- Zone Ouest : de Ghazaouet à Cap Ténès = 80.000 tonnes;
- Zone Centre : de Cap Ténès à Azzefoun = 69.000 tonnes;
- Zone Est : de Béjaïa à El-Kala = 38.000 tonnes.

Tableau I-2 : Campagnes d'évaluation des ressources halieutiques (petits pélagiques) au niveau de la frange côtière algérienne.

Organisme	Stock estimé¹ (tonnes)	Année d'évaluation	Zone concernée
F.A.O	187 191	1974 (Avril-Mai)	380 000 ha (zone côtière)
Institut Bergen	120 000	1979 (Avril)	380 000 ha (zone côtière)
ISTPM	191 468	1982 (Juillet-Août)	Frange côtière (profondeur 200m)
Le Vizconde de Eza²	187 000	2003 et 2004 (Février- Mars)	Frange côtière (profondeur 1000m)

* ¹ Stock estimé des petits pélagiques, essentiellement la sardine et l'anchois.

² Bateau océanographique espagnole.

3.1.5. Principales réglementations appliquées au secteur de la pêche :

Le secteur de la pêche en Algérie a inscrit sa politique de gestion et de développement dans un cadre responsable et durable. L'application rigoureuse de cette vision et stratégie est nécessaire au regard de la problématique alimentaire et de la ressource halieutique (**MPRH, 2004**).

C'est dans cette optique que la loi N° 01-11 du 03 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture a consacré un ensemble de principes et de dispositions devant permettre, entre autres:

- une exploitation rationnelle et une protection de l'environnement et des ressources halieutiques;

- de maîtriser la connaissance de nos ressources biologiques à travers leur évaluation scientifique périodique et l'instauration du suivi de l'effort de pêche (MPRH, 2004).

Ainsi, la concrétisation des objectifs contenus dans ce nouveau dispositif juridique se fera progressivement à travers la mise en place des textes d'application qui permettra sans nul doute de pérenniser l'activité de pêche et d'édifier un développement durable, il s'agit notamment des textes traitant les aspects suivants:

- Autorisation de pêche

Décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche.

Dans ce décret, il est indiqué que « l'exercice de la pêche est subordonné à l'obtention d'une autorisation ou permis de pêche délivré par l'autorité chargée de pêche ».

- Zones de pêche

Décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 décembre 2003, fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche.

« Le régime relatif aux zones de pêche prévoit trois zones de pêche ; une zone située à l'intérieur de 6 milles marins à partir de la ligne de base mesurée du cap à cap, une zone allant de 6 milles à 20 milles marins, alors que la dernière zone est située au delà de 20 mille marins. L'exercice de la pêche dans chaque zone est relatif aux caractéristiques techniques des navires de pêche » (MPRH, 2004).

- Engins de pêche

Décret Arrêté du 4 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 24 avril 2004 fixant les limitations d'utilisation des chaluts pélagiques, semi-pélagiques et du fond dans le temps et dans l'espace.

Outre la nomenclature des engins de pêche dont l'importation, la fabrication, la détention et la vente sont interdites dans l'article 51 de la loi cadre du 01-11 du 03 juillet 2001, ce décret traite les interdictions relatives à l'utilisation des chaluts dans le temps et dans l'espace. Dans ce décret est interdit « l'emploi des arts traînants (chaluts) à l'intérieur des 3 milles marins dans la période allant du 1^{er} Mai au 31 Août de chaque année sur tout le littoral Algérien. Sont prohibés, également, les chaluts de

fond, dont la petite maille étirée est inférieure à 40 mm et les chaluts crevettier ainsi que les chaluts pélagiques doivent avoir une maille étirée de 20 mm » (MPRH, 2004).

- Tailles minimales marchandes

Décret exécutif n° 04-188 du 19 Joumada El Oula 1425 correspondant au 7 juillet 2004 fixant les modalités de capture, de transport et de commercialisation des produits de pêche n'ayant pas atteint la taille minimale réglementaire.

Dans ce cadre sont « prohibés la capture, le transport et la commercialisation des espèces n'ayant pas atteint la taille minimale marchande. Celle-ci est indispensable pour empêcher la capture des immatures, éviter la surexploitation des stocks et assurer la pérennité de la ressource ». Le tableau suivant montre les tailles minimales marchandes des principales espèces des petits pélagiques (MPRH, 2004).

Tableau I-3 : Tailles minimales marchandes des principales espèces des petits Pélagiques (MPRH, 2004).

Espèce	Taille (cm)
Sardine (<i>Sardina pilchardus</i>)	11
Anchois (<i>Engraulis encrasicolis</i>)	09
Saurel (<i>Trachurus trachurus</i>)	15
Allache (<i>Sardinelle aurita</i>)	14

3.2. Situation actuelle du secteur de la pêche en Algérie

Dans la zone de la méditerranée occidentale et centrale, sur les deux rives Nord et Sud regroupant le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, Malte, l'Italie, la France et l'Espagne, l'Algérie est le pays présentant le plus faible ratio production/habitant dans le domaine de la pêche et de l'exploitation des ressources halieutiques (www.faocopemed.org) (tableau I-4).

Tableau I-4: Ratio de production des ressources halieutiques.

Pays	Production (tonnes)	Population	Production/habitant (kg)
Algérie	142 004 (2003)	30 841 000 (2002)	4.60
France	858 800 (2003)	60 144 000 (2003)	14.28
Italie	472 162 (2003)	57 400 000 (2003)	8.23
Libye	33 339 (2001)	5 600 000 (2003)	5.95
Malte	1 936 (2004)	402 668 (2004)	4.81
Maroc	575 719 (2003)	30 200 000 (2005)	19.06
Espagne	1 000 606 (2003)	44 108 530 (2005)	22.69
Tunisie	100 350 (2001)	9 900 000 (2003)	10.14

Pour cette raison, dans le cadre du plan de la relance économique, un effort important est déployé actuellement pour moderniser l'activité de la pêche (**M.P.R.H, 2006**).

L'objectif majeur fixé dans une première étape est d'apporter au citoyen algérien un minimum de 6,2 kg (ratio minimal recommandé par l'OMS) de produits halieutiques par an (**M.P.R.H, 2006**).

3.2.1. Situation de la pêche des petits pélagiques en Algérie :

Les petits pélagiques représentent 80% des ressources halieutiques en Algérie. Ils sont représentés principalement par la sardine (*Sardina pilchardus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), la saurel (*Trachurus trachurus*) et l'allache (*Sardinelle aurita*) (Sennai Cheniti, 2003). La figure 2 montre la production nationale totale de l'anchois et de la sardine (M.P.R.H, 2006).

Il est à noter que, malgré la modernisation de la flottille de pêche, la production se caractérise toujours par des fluctuations annuelles avec une baisse de production chez l'anchois (Fig. 2).

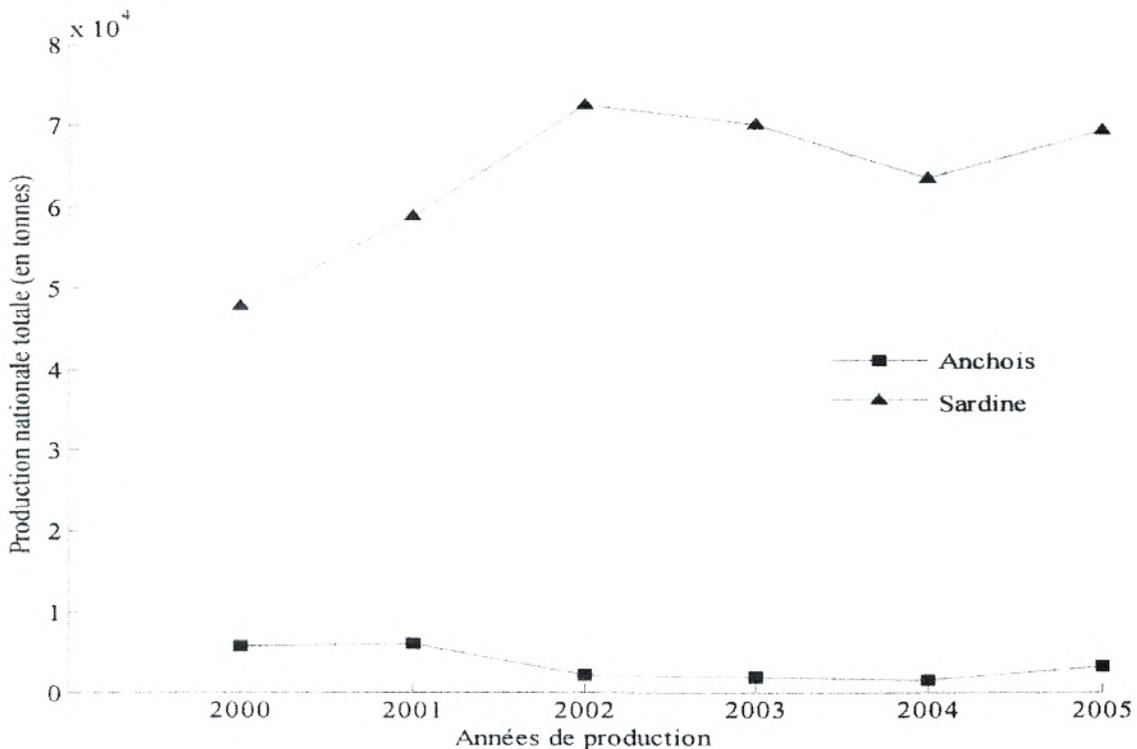


Figure 2 : Fluctuations de la production nationale de la sardine et de l'anchois
M.P.R.H (2006).

D'après le M.P.R.H, les campagnes d'évaluation des ressources halieutiques (tableau I-2) montrent un bon niveau de stock et laissent présager une augmentation de l'effort de pêche. Cependant, dans son rapport sur le plan national d'actions pour l'environnement et le développement durable, le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement note avec préoccupation une surexploitation de ces

ressources dans la zone ouest de la méditerranée (**M.A.T.E, 2002**). Cette même inquiétude est signalée par les pays de la rive nord (Espagne, France et Italie) de la méditerranée occidentale lesquels dans le rapport de la commission générale des pêches pour la méditerranée (**CGPM, 2007**) soulèvent des faibles niveaux de la biomasse de l'anchois, une abondance intermédiaire de la sardine et une mortalité par pêche élevée des deux espèces.

Il ressort de ce bref aperçu que la production de la sardine et de l'anchois est soumise à des fluctuations annuelles. Ces fluctuations ne sont pas propres à la frange côtière algérienne, mais ont été déjà mentionnées dans d'autres parties de la méditerranée telle que les mers Helléniques (**Stergiou et Lascaratos, 1997**)

Les estimations des stocks sont elles mêmes sujettes à des variations temporelles (concernant l'Algérie, sur une même zone de 380 000 ha, la F.A.O a estimé le stock des petits pélagiques à 187.191tonnes alors que l'institut Bergen l'a estimé à 120 000 tonnes). Les fluctuations de la biomasse en stock sont rapportées aussi au nord des îles Baléares (**CGPM, 2007**) et dans les eaux tunisiennes (**Gaamour et al, 2004**).

Les densités des petits pélagiques sont donc soumises à une variabilité spatio-temporelle (**Mantzouni et al, 2007**). Cette variabilité peut-être le résultat d'un ou plusieurs facteurs. Le tableau I-5 montre quelques études menées sur les conditions d'habitat des populations de l'anchois ou de la sardine en Méditerranée.

Tableau I-5 : Principaux facteurs mis en cause dans la fluctuation des densités de l'anchois et de la sardine.

Facteur étudié	Références bibliographiques
<ul style="list-style-type: none"> • Température de la surface de l'eau 	<p style="text-align: center;">(Basilone et al., 2004; Stergiou et Lascaratos, 1997)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Caractères physico-chimiques de l'eau 	<p style="text-align: center;">(Coombs et al., 2004), (Morales-Nin et Pertierra, 1990);(Sinovcic, 2000)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Concentration de la chlorophylle 	<p style="text-align: center;">(Basilone et al., 2004)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Facteurs abiotiques (Température, salinité) et les facteurs biotiques (la chlorophylle, Zooplanctons). 	<p style="text-align: center;">(Plounevez et Champalbert.1999)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • les effets de la prédation et du cannibalisme sur les œufs et les larves de l'anchois. 	<p style="text-align: center;">(Santander et al., 1983, Valdes Szeinfeld, 1991)</p>

En plus de ces facteurs, certains auteurs attribuent les fluctuations des débarquements et estimations des stocks à l'existence d'une compétition pour les ressources alimentaires, quelques fois même une prédation entre les deux espèces. En effet si la capacité biologique de l'environnement est élevée (dans ce cas le plancton est très abondant), les deux espèces pourraient occuper exactement la même niche alimentaire sans entrer en compétition ("coexistence alimentaire" au sens de **Jones, 1982**). En dépit du fait qu'aucune évidence sensée sur la compétition alimentaire entre sardines et anchois n'ait jamais été présentée, certains scientifiques, ignorant la faiblesse des données existantes, considèrent la compétition alimentaire comme un mécanisme responsable du remplacement entre ces deux espèces (**Morales-Nin et**

Pertierra, 1990; Valenti et al, 2004). Une étude attentive de leur comportement dans le même environnement, ainsi qu'une analyse parallèle de leur alimentation et de leur bilan énergétique sont nécessaires pour clarifier la relation entre ces deux poissons.

D'autres causes de la baisse des stocks de ces deux espèces d'après un rapport de l'Ifremer :

- le nombre élevé des bateaux de pêche et l'accroissement de leur efficacité ont conduit à une intensification de l'exploitation des ressources de la mer ;
- la quantité de poissons adultes ayant diminué et la pêche s'est alors tournée vers les plus petits poissons, réduisant ainsi le nombre de femelles atteignant l'âge de se reproduire, ce qui menace le renouvellement des générations.

II - LA POLLUTION MARINE PAR LES METAUX LOURDS :

L'homme par ses progrès technologiques, sa croissance démographique et sa surexploitation des ressources naturelles, a contribué d'une façon directe ou indirecte à l'intensification de la pollution qui constitue un problème de l'hygiène du milieu et de la santé humaine.

En effet la pollution engendre d'une part une diminution des ressources naturelles et d'autre part elle entraîne des perturbations au niveau des compartiments abiotiques fondamentaux des milieux (atmosphère, sol, eau).

1. Généralités sur la pollution marine :

L'une des plus importantes et des plus inquiétantes des pollutions de l'environnement est celle du milieu marin.

La pollution marine résulte de tous les produits rejetés dans les mers et les océans, en conséquence de l'activité humaine. Cette pollution arrive dans le milieu marin par le vecteur des voies fluviales, des vents, de l'air en basse altitude ou est directement rejetée à la mer. La pollution marine comprend la pollution de l'eau, mais aussi des sédiments marins, et plus généralement toutes les atteintes aux écosystèmes marins causées par des rejets de substances nuisibles par leur nature ou leur quantité.

1.1. Les types de pollutions marines :

a) Pollution par les hydrocarbures : celle-ci est liée à l'extraction, au transport, et à l'utilisation du pétrole et de ses dérivés (lubrifiants, carburants).

A cela s'ajoutent le nettoyage de citernes (dégazage) et les opérations de déballastage ; 450000 tonnes par an de ballast et 90000 tonnes par an de substances liquides et nocives (surtout l'huile) sont rejetées en méditerranée (**Bouquet, 2001**).

b) Pollution organiques : * microorganismes, et matière organiques, fermentescibles

Cette forme est provoquée par les eaux usées d'origine domestiques et industrielles. Pendant la saison estivale, on constate sur les côtes nord

méditerranéennes, due à l'affluence massive des touristes, une augmentation de pollution des eaux marines par des matières organiques fermentescibles d'autant plus que les stations d'épuration sont saturées. **(Delavif, 2001)**

*Eutrophisation, l'excès des sels nutritifs comme le nitrate entraîne le développement d'algues vertes (les ulves) qui recouvrent alors de vastes surfaces, ce phénomène perturbe les conditions de vie de la faune locale, parfois jusqu'à la mort. **(Bendimered, 2000).**

c) Pollution thermique : les processus de refroidissement des centrales thermiques et thermonucléaires peuvent provoquer une pollution par leurs effluents réchauffés qui entraînent une élévation de température de milieu récepteur qui peut engendrer une raréfaction de l'oxygène, une augmentation de la sensibilité des organismes aux autres polluants et aux agents pathogènes ou alors une perturbation du cycle biologique de nombreuses espèces pélagiques ou benthiques.

d) Pollution chimique : Ce type de pollution est engendré par des rejets de produits chimiques à la fois d'origine industrielle et domestique. Ces polluants sont de deux catégories **(Galaf et Ghannam,2003) :**

❖ *Les micropolluants chimiques organiques :*

- Hydrocarbures, pesticides, détergents et autres...

Ces polluants sont appelés les polluants organiques permanent (POP).

❖ *Les micropolluants chimiques inorganiques :*

- Métaux lourds et autres...

Le danger de ces polluants dépend de leur nature biochimique. Certains sont hydrosolubles, facilement dilués et donc leur action est minime. D'autres sont liposolubles avec un pouvoir de se concentrer au niveau des lipides et par conséquent, ils vont emprunter la chaîne trophique.

Il y a d'autres polluants ayant un pouvoir contaminant plus nuisible, il s'agit des molécules qui échappent à la dégradation, elles sont appelées récalcitrantes. **(Galaf et Ghannam, 2003).**

1.2 La pollution en Méditerranée occidentale :

Le littoral de la Méditerranée occidentale est en industrialisation constante. Il devient le siège d'une pollution inquiétante pour les ressources futures et pour la santé du consommateur de produits marins :

- A de fortes concentrations de polluant, il peut y avoir atteinte directe et destruction des espèces ;
- à des concentrations sublétales, certaines substances, tels que les Métaux lourds, les pesticides, les hydrocarbures, sont accumulés par les organismes et les concentrations augmentent aux différents niveaux des chaînes alimentaires ;
- à des concentrations très faibles qui, apparemment, n'altèrent pas la productivité des espèces, il peut y avoir des perturbations profondes mais perceptibles seulement à long terme par trouble des relations inter-espèces.

Chez de nombreux organismes, ces relations sont régies par des composés chimiques qui, émis dans le milieu, contrôlent les réflexes de nutrition, de reproduction, etc. La présence de polluants peut bloquer leur synthèse; ou empêcher qu'ils soient perçus.

La pollution par les métaux et les hydrocarbures présente des dangers certains pour la Méditerranée à court et long terme (**Donnier, 2007**).

1.3. La pollution des eaux marines en Algérie :

Les apports telluriques de polluants sont importants. Le volume d'eaux usées non traitées (eaux usées des populations urbaines, pôles industriels) qui arrivent dans les enceintes et les rades portuaires est estimé à 1 million de m³/jour. Les flux de pollution vers les ports révèlent des charges importantes: 88.000 tonnes/an de DBO5 et 186.000 tonnes/an de DCO. En ce qui concerne la pollution par les métaux lourds, 5 ports dépassent les normes pour le mercure, 3 pour le plomb, 4 pour le cuivre, 4 pour le zinc et 1 pour le chrome. Pour les HCT (hydrocarbures totaux), la quasi-totalité des grands ports présentent des pics qui dépassent de loin les normes de référence.

Enfin, 5 ports dépassent la valeur limite pour la pollution microbienne (>100.000 E. coli/100 ml). En dehors des zones portuaires, de nombreux sites sont interdits à la baignade en raison d'une mauvaise qualité bactérienne des eaux: 135

plages sont interdites de baignade sur 409 plages ayant fait l'objet d'analyses en 1996 (MATE., 2002).

2. Pollution métallique:

2.1. Les métaux lourds ou éléments traces métalliques :

Un métal est une matière issue le plus souvent d'un minerai ou d'un autre métal, dotée d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinant ainsi aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie, l'orfèvrerie, etc.

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm^3 (Miquel, 2001).

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents " en traces ".

Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfèrent à l'appellation métaux lourds, l'appellation " éléments en traces métalliques " -ETM- ou par extension " éléments traces " (Miquel, 2001).

-Les métaux essentiels ou Oligoéléments, tous les métaux qui présentent un rôle biologique pur dans l'organisme tel que le zinc, cuivre, fer, cobalt, molybdène, nickel, chrome, vanadium et l'étain. Ces éléments rentrent dans les réactions biochimiques de la matière vivante et ont ainsi un rôle nutritionnel. (Regoli et al, 1998). Ces métaux sont les plus souvent liés à des protéines, exemple : le fer contenu dans l'hémoglobine et le manganèse présent dans la chlorophylle.

Ces oligoéléments doivent répondre aux critères fixés par (Cotzias, 1967) :

- être présents dans les tissus vivants à une concentration relativement constante ;
- provoquer par leur absence de l'organisme, des anomalies structurelles et physiologiques voisines chez plusieurs espèces ;
- prévenir ou guérir ces troubles par l'apport de ce seuil d'élément.

-**Les métaux non essentiels ou métaux toxiques**, sans intérêt biologique pour les organismes vivants, ingérés à des doses infimes, ils sont toxiques ; exemple : plomb, mercure, cadmium.

2.2. Pollution par les métaux lourds :

Les métaux lourds sont dangereux pour les systèmes aquatiques, ils pénètrent dans les écosystèmes avec les précipitations, les cours d'eau, les effluents et les rejets accidentels relégués comme sous-produits des industries, des mines ou s'échappant des bateaux.

Dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux se trouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nano gramme ou du microgramme par litre.

Les plus dangereux pour l'homme et les écosystèmes sont le mercure, le cadmium et le plomb, et quelques autres comme le cuivre, le zinc, l'argent et le chrome (**Forbes et al 1997**).

2.3. La bioaccumulation des métaux lourds :

La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans l'organisme. Le processus se déroule en trois temps (**Miquel, 2001**): l'assimilation, la bioaccumulation par l'individu, ou bioconcentration et la bioaccumulation entre individus, ou bioamplification.

a) L'assimilation :

Il existe deux voies principales d'exposition aux polluants : la voie externe, par contact (par l'air ou l'eau...) qui provoque un phénomène d'adsorption (la substance toxique reste à la surface), et la voie interne par assimilation ou absorption.

Toute absorption à fortiori tout contact avec un polluant n'est pas nécessairement dangereuse. D'une part, tout dépend évidemment des concentrations du polluant. D'autre part, il faut s'intéresser à la seule fraction soluble bio disponible à 95 % du métal ; l'autre fraction, insoluble, peu bio disponible étant éliminée par différentes voies : voie solide (fèces), voie liquide (urine), voie cutanée (sueur ...) (**Miquel, 2001**).

La partie soluble bio disponible, assimilable, se concentre dans certains organes. C'est ce qu'on appelle l'organotropisme. Cette « réceptivité » est due, soit à une fonction particulière (exemples : le foie, principal siège de la métabolisation c'est-à-dire de la transformation des matières, ou le rein, siège de l'excrétion), soit à la composition physicochimique de l'organe, favorisant le stockage du contaminant (exemple : calcium/plomb dans les os) ou permettant les accumulations (exemples : les organes riches en lipides accumuleront fortement les polluants organiques) (**Miquel, 2001**).

Il existe aussi des différences selon les métaux. Le cadmium se concentre presque exclusivement dans le tube digestif, le foie et les reins. Le plomb diffuse également dans la peau, les muscles, la colonne vertébrale. Le mercure, dans sa forme organique, diffuse dans le système nerveux et le fœtus (**Miquel, 2001**).

b) La bioaccumulation par l'individu : La bioconcentration

La bioaccumulation concerne tous les métaux lourds en général, mais plus particulièrement le mercure, lorsqu'il est présent sous forme organique (méthylmercure) qui est sa forme la plus toxique pour l'homme.

Ce processus d'accumulation s'exprime par un ratio entre la concentration du composé étudié (plomb/mercure) dans le milieu (eau/sol) et la concentration dans l'organisme. Ce ratio porte le nom de « facteur de bioconcentration » - BCF.

Il existe d'importantes différences selon les espèces et les métaux. Les organismes vivants concentrent les métaux beaucoup plus que l'eau et l'air. Mais l'analyse des transferts met en évidence une hiérarchie entre les espèces, classées selon leur proportion à concentrer les métaux lourds. Les fruits de mer, mollusques et crustacés, et dans une moindre mesure, certains poissons sont d'excellents « capteurs de polluants ». Tandis que le BCF dans les plantes varie de 0,01 à 1 pour le mercure (une plante concentre de 1 à 100 % de mercure contenu dans le sol), le BCF dans les poissons est de plusieurs milliers, voire de plusieurs dizaines de milliers pour les mollusques et les invertébrés (tableau I-6) (**Miquel, 2001**).

Les concentrations de cadmium et de plomb chez les poissons sont de deux à dix fois inférieures à celles des mollusques et crustacés mais concentrent beaucoup le mercure, notamment le méthylmercure. Certains métaux dans certaines espèces induisent des protéines -les métallothionéines- dont l'un des rôles est de « détoxifier » les métaux toxiques (Miquel, 2001).

Le tableau ci-dessous donne une indication schématique de l'importance de la bioconcentration de quelques espèces marines (Miquel, 2001).

Tableau I-6 : Capacités de bioconcentration de quelques espèces marines (Miquel, 2001).

Métal Espèces	Cadmium	Plomb	Mercure
Plantes aquatiques	faible	faible	faible
Protozoaires	moyenne à forte	moyenne	moyenne à forte
Vers	moyenne	moyenne	moyenne à forte
Mollusques	moyenne	moyenne	moyenne à forte
Crustacés	forte	moyenne	moyenne à très forte
(Moules)	forte	forte	moyenne
(Huîtres)	très forte	moyenne	faible
Poissons	faible	faible	moyenne à forte
Hareng/sardine	faible	faible	faible
Plie/sole	faible	faible	moyenne
Bar/roussette	moyenne	moyenne	moyenne
Espadon/thon	moyenne	moyenne	forte

c) La bioaccumulation entre individus : la bioamplification

Les transferts de métaux entre individus suivent un processus classique (dits « transferts trophiques »). Le polluant, présent dans les algues et les microorganismes est ingéré par un herbivore, lui-même proie pour un carnivore, lui-même proie d'un super carnivore, animal ou homme. En bout de chaîne, on se trouve donc avec un consommateur final ayant bio accumulé les formes solubles des métaux. Il peut arriver, pour certains prédateurs et certains métaux, que les concentrations augmentent au fur et à mesure que l'on progresse dans la chaîne trophique. C'est le cas du plomb et surtout du mercure sous la forme méthylée. Le mercure s'accumule à chaque étape et se retrouve concentré en bout de chaîne alimentaire, notamment dans les gros poissons piscivores. On appelle ce phénomène la « bioamplification » ou la « bio magnification » (Miquel, 2001).

2.4. Mécanisme de capture des métaux :

Pendant tout processus physiologique d'échange avec le milieu environnant, les molécules exogènes pénètrent à travers les barrières biologiques séparant l'environnement interne de l'organisme du milieu externe. Quand la contamination se fait, ces barrières (cutanées et respiratoires pour la contamination directe, et intestinale pour la contamination trophique) montrent des propriétés biologiques liées à leur structure et aux conditions physico-chimiques de l'environnement (température, pH, électrolytes, etc.). La membrane plasmique est la structure primaire impliquée dans ces processus (Luoma, 1983).

Les métaux traces sont piégés par les organismes aquatiques par deux voies principales, à partir de l'eau (voie directe) et à partir de la nourriture (voie trophique). La pénétration des métaux traces nécessite donc le franchissement de structures biologiques spécifiques comme le revêtement extérieur et surtout l'épithélium branchial pour les contaminants présents dans l'eau et l'ensemble du tractus digestif pour les métaux associés aux particules ou contenus dans les proies ingérées. Toutes ces voies sont possibles pour un même métal et leur importance relative est fonction de la forme chimique sous laquelle le métal est dans le milieu. C'est la coexistence de ces

mécanismes et la dynamique de la spéciation qui rend si complexe la notion de biodisponibilité.

Les caractéristiques de l'interface Environnement - Organisme ont une influence importante sur la forme métallique accumulée. Cette interface est une membrane lipidique, non polaire, imprégnée de molécules qui vont intervenir dans le transport de substances polaires essentielles à travers la membrane (Casas, 2005).

2.6. Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin :

Le déroulement général du cycle biogéochimique semble s'effectuer selon deux grandes étapes. Une première consisterait en un piégeage des polluants métalliques par des particules en suspension, la biomasse marine et le sédiment en fonction des conditions physico-chimiques du milieu marin et cela par :

- ❖ Précipitation: phénomène qui s'opère lorsque le polluant métallique en solution chute par gravitation au fond du milieu marin. Cependant, en eau profonde, certains métaux pourraient retourner en solution bien avant d'atteindre le fond.
- ❖ Absorption : phénomène qui a lieu quand les molécules ou les ions métalliques se fixent à la surface des composantes marines (particules, organismes marins, sédiments).
- ❖ Adsorption : C'est le passage du polluant métallique dans un organisme marin.
- ❖ Sédimentation : phénomène qui s'effectue lorsque les ions métalliques se superposent formant ainsi des couches sédimentées. Les animaux benthiques participent à l'accélération du dépôt des particules et leurs métaux associés en les consolidant dans des matières fécales. Ainsi, les animaux benthiques participent à la sédimentation du milieu marin (Ramade, 1992).

Une deuxième étape, inverse à la première, consisterait en un relargage de ces polluants par désorption ou sorption, qui est le phénomène inverse à l'adsorption, par diffusion ou propagation dans le milieu marin par redissolution ou remise en solution des produits précipités par décomposition et reminéralisation des matières organiques, et parfois même, par redistribution par le biais des organismes marins (Fig. 3).

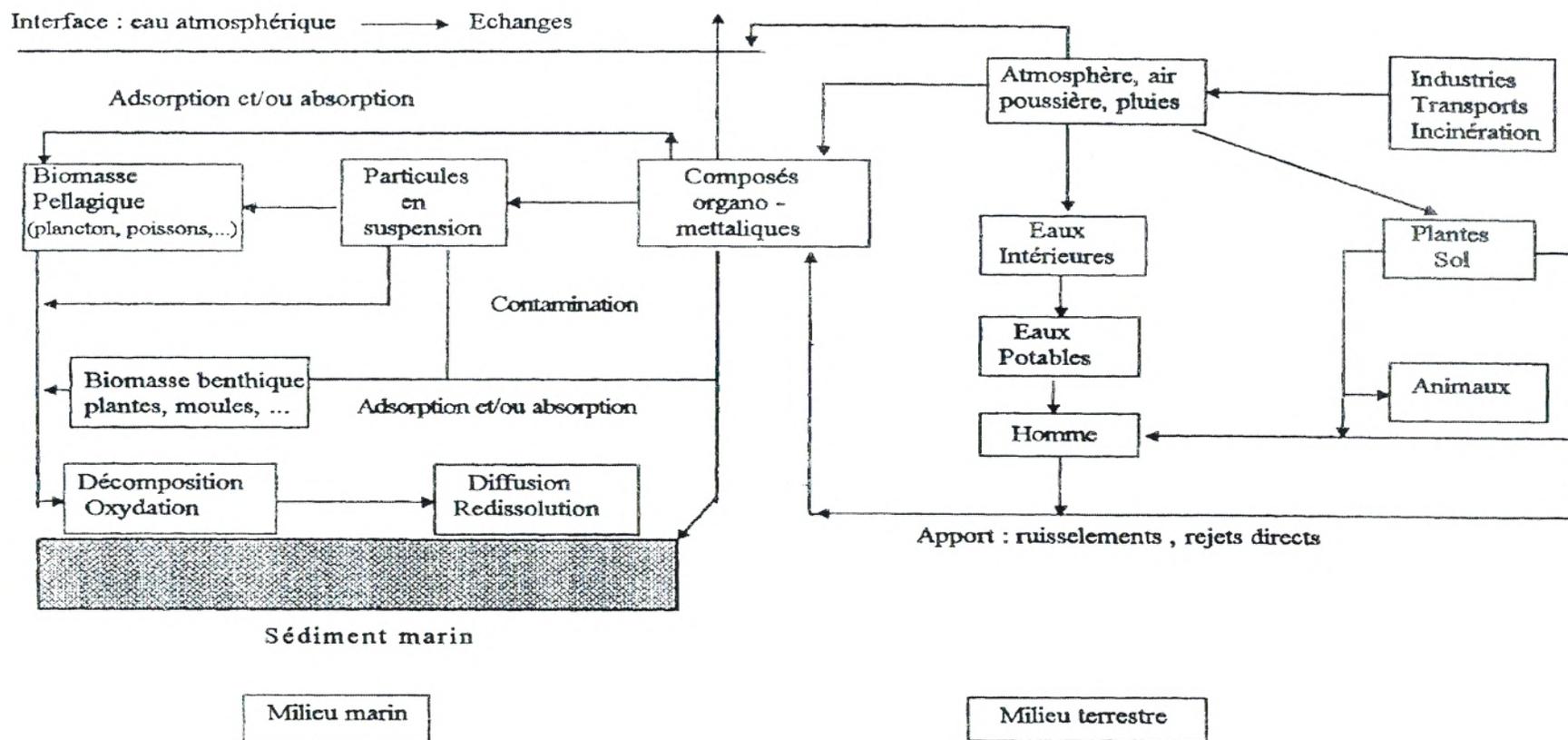


Figure 3 : Schéma général du cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin et en rapport avec le milieu terrestre. (Aouameur,1990).

3. Caractéristiques des métaux étudiés :

Les caractéristiques des éléments métalliques étudiés sont représentés par le tableau suivant :

Tableau I-7: Eléments et masse atomique et volumique relatives des métaux étudiés (Rodier, 1996).

Éléments	Symbole	Année de découverte	Numéro atomique (Z)	Masse atomique (Ar)	Masse Volumique (g/cm ³)
Cadmium	Cd	1817	48	112.4	8.7
Cuivre	Cu	/	29	63.54	8.96
Fer	Fe	/	26	55.847	7.87
Plomb	Pb	/	82	207.2	11.34
Zinc	Zn	16 ^{ème} siècle	30	65.38	7.133
Nickel	Ni	1817	28	58.7	8.908
Chrome	Cr	1797	24	51.99	7.19

Tableau I-8: La présentation des métaux lourds étudiés selon sont utilisations et leurs toxicités

Métaux lourds	Présentation	Utilisation	Toxicité
----------------------	---------------------	--------------------	-----------------

III - PRESENTATION DU MATERIEL BIOLOGIQUE:

L'Anchois est un poisson Téléostéen Clupéiforme de la famille des Engraulidées.

Dans cette famille, le caractère morphologique le plus remarquable est l'allongement du museau en rostre au dessus d'une bouche inférieure largement fendue (**Ba Ibrahima, 1988**).

1. Rang taxonomique :

L'anchois, *Engraulis encrasicolus*, occupe d'après **Clofman (1973) in Hemida (1987)**, la position systématique suivante :

Embranchement :	Vertébrés
Sous-embranchement :	Gnathostomes
Super classe :	Poissons
Classe :	Ostéichtyens
Super ordre :	Téléostéens
Ordre :	Clupéiformes
Famille :	Engraulidés
Genre :	<i>Engraulis</i>, Cuvier (1817)
	<i>Engraulis encrasicolus</i>, Linné (1758)

2. Noms scientifiques:

Cette espèce a reçu au fil des ans plusieurs dénominations citées par **Demir (1965)**.

Clupea encrasicolus Linné, 1758

Clupea encrasicolus Lacepède, 1798-1803

Clupea encrasicolus Asso, 1801

Clupea encrasicolus Ramis, 1814

Engraulis encrasicolus Cuvier, 1817

Encrasicolus encrasicolus Fleming , 1828

Engraulis vulgaris Nilson, 1832

Engraulis encrasicolus Gual, 1855

Clupea encrasicolus Poggi, 1881.

Comme les auteurs actuels, nous avons reconnu la validité du genre de Cuvier. En prenant l'orthographe de Linné et en adoptant pour l'anchois, le nom d' *Engraulis encrasicolus* Linné (1758).

D'après Kadri. (1988) et Hemida (1987) *Engraulis encrasicolus* est connu par les pêcheurs de l'Algérie sous les noms vernaculaires d'anchois, Antchouba ou Mantchouba,

D'après la F.A.O (2000), *Engraulis encrasicolus* possède différents noms dialectaux selon les pays.

-Mauritanie : anchois (Maigret et Ly, 1986).

-Angleterre : European Anchovy (F.A.O, 1987)

-Italie : Acciuga (Whitehead et al, 1988).

-Portugal : Biquerào (Sanches, 1989)

- France : Anchois commun (organisation pour la coopération économique et le développement, 1990)

-Espagne : Boquerón, Anchoa, (Coppola et al, 1994, F.A.O, 2000).

3 .Description :

L'espèce *Engraulis encrasicolus* est décrite par Bauchot (1980) : corps très élancé, mince et arrondi sans carène abdominale. Ce poisson possède un museau proéminent, une mâchoire inférieure très longue et la bouche dépasse très nettement le bord postérieur de l'œil. Une seule nageoire dorsale, elle est courte insérée à peu près au milieu du corps. La ligne latérale est invisible, les écailles sont caduques.

- *La coloration* : le dos est bleu-vert passant rapidement au gris clair. Les flancs ont une bande argentée dorsalement d'une ligne sombre, le ventre est pâle (Bauchot et al, 1987).

Dans la région étudiée tous les Clupéidés (sardine, saurel) sont facilement distingués de l'*Engraulis encrasicolus* par leur corps plus haut, leurs museaux moins proéminents et leurs bouches moins fendues.

- La taille : L'anchois est un poisson atteignant une taille moyenne de douze à quinze centimètres et un maximum de vingt centimètres (FAO, 2000),

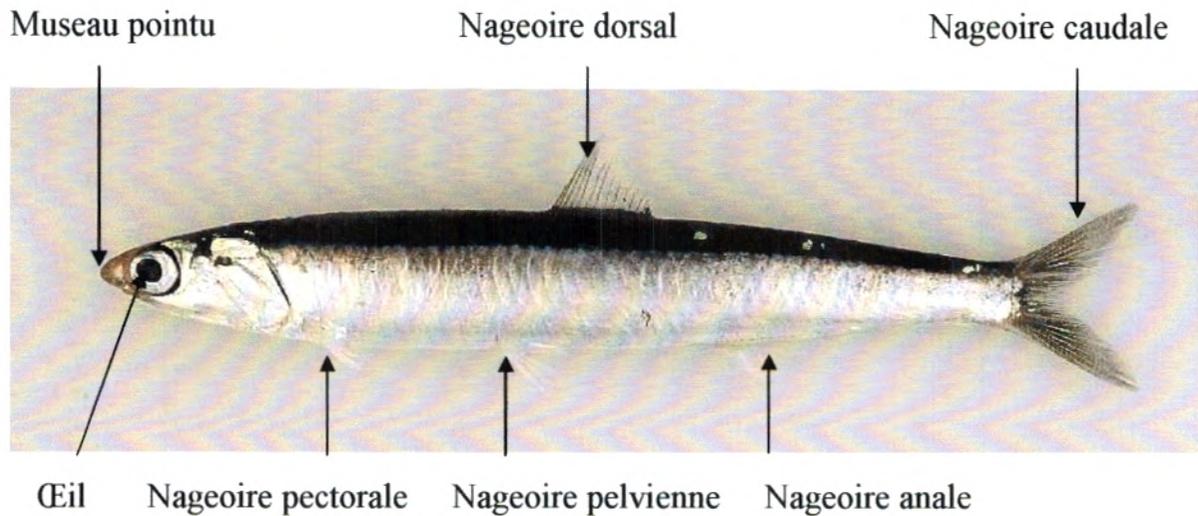


Figure 4 – Morphologie externe d'*Engraulis encrasicolus* (Originale).

4. Biologie :

4.1. Répartition géographique

Les Engraulidées sont surtout représentés dans les régions voisines de l'Equateur: mer des Indes et Amérique tropicale (Fage, 1911). *Engraulis encrasicolus* est la seule espèce constituant cette famille qui présente une très large répartition géographique (Fig. 5) : elle a été signalée dans l'Atlantique oriental, depuis les côtes de la Norvège au nord de Bergen (62°N) jusqu'en Afrique du Sud (23°S). Cette espèce se rencontre aussi dans la Mer Baltique, la Manche, la Mer du Nord. Elle est également répandue dans tout le Bassin méditerranéen y compris la Mer Noire et la Mer d'Azov.

vie, alors que **Lee (1920)** accordait 18 cm à la taille des individus de 4 ans. Dans un rapport de l'**Ifremer (2004)** pour l'anchois du Golfe de Gascogne, sa longévité atteint 5 ans, mais la grosse majorité des individus ne dépasse pas 3ans.

4.5. Reproduction :

Les téléostéens adultes présentent un cycle de reproduction en deux phases : une phase d'activité sexuelle, suivie d'une phase de repos.

La période de reproduction de l'anchois est associée aux cycles saisonniers de température ; elle s'étale d'avril à septembre à partir de 13,5 °C ; son intensité maximale varie entre 18 et 22°C (**Campillo, 1992**).

En effet, elle est de juillet à septembre sur la côte d'Alger (**Djabali et Hemida, 1989**) et de mai à juin dans le golfe de Naples en Italie (**Dragesund, 1964**). Elle s'étale de mai à octobre dans le golfe du Lion (**Aldebert et Tournier, 1971**), en haute adriatique (**Karlovac, 1963**) et au large des côtes de Galicie en Espagne (**Ferreiro et Labarta, 1984**). Elle est précoce de février à mars sur les côtes mauritaniennes (**Ba Ibrahima, 1988**) et les côtes portugaises (**Re et al, 1983**). L'anchois du golfe de Gascogne atteint sa maturité sexuelle à la fin de son premier printemps et sa ponte s'étale d'avril à août ; les poissons les plus âgés commencent dès avril, suivie des plus jeunes en mai. L'étalement de la saison de ponte est un atout pour la survie des œufs et des larves qui ont ainsi plus de chances de se développer dans un milieu favorable (**Ifremer, 2004**).

La taille à la première maturité sexuelle est atteinte à une année de vie de l'animal (**Campillo, 1992**). Elle est de 11,6 cm pour les femelles et 11,2 cm pour les mâles des eaux algériennes, d'après **Hemida (1987)**. Ces valeurs sont proches de celles trouvées par **Andreu et Rodriguez (1951)** dans la méditerranée occidentale (11.1 Mâles-11.7 Femelles).

La ponte débute en juin et se poursuit jusqu'en septembre avec toutefois des pontes précoces et tardives qui allongent la période de reproduction **Hemida (1987)**.

La fécondité individuelle est estimée de 1800 à 17200 œufs par acte de ponte, ce qui donne un nombre compris entre 824 et 1020 œufs par gramme de poisson (**Djabali et Hemida, 1989**).

5. Intérêt économique :

a-Composition et valeur nutritionnelle pour l'homme :

L'anchois largement pourvu en lipides, fait partie de la famille des poissons gras. Ses graisses constituées d'acides gras polyinsaturés, réputées pour entretenir le système cardio-vasculaire, sont très bonnes pour la santé.

L'anchois apporte aussi des vitamines précieuses en quantité non-négligeable. Il est également riche en calcium (tableau I-9).

Tableau I-9 : Analyse nutritionnelle moyenne pour 100 g d'anchois cru et en filets à huile en semi-conserve (partie consommable) (Anonyme, 2006):

Analyse nutritionnelle Composants	pour 100 g d'anchois cru (partie consommable)	pour 100 g d'anchois en filets à l'huile en semi-conserve (partie consommable)
Energie	129 Kcal	160 Kcal
Protéines	20,1 g	21,7 g
Lipides	5,4 g	8 g
Acides gras saturés	1,3 g	2,5 g
Acides poly-insaturés	1,2 g	3 g
Cholestérol	100 mg	75 mg
Phosphore	182 mg (22 %)	230 mg (28 %)
Magnésium	41 mg (13 %)	42 mg (14 %)
Calcium	82 mg (10 %)	210 mg (26 %)
Sodium	104 mg	5500 mg
Fer	3,3 mg (23 %)	2,8 mg (20 %)
Vitamine A	105 µg (18 %)	200 µg (20 %)
Vitamine B2	105 mg (16 %)	0,27 mg (16 %)
Vitamine PP	14 mg (10%)	2,4 mg (13 %)
%Vitamine B12	0,62 µg (62 %)	2 µg (200 %)

Abondamment pêché, l'anchois est parfois consommé frais mais plus souvent préparé en salaison (conserve) car sa chair se dégrade rapidement.

b- Engin de pêche et commercialisation :

L'anchois fait l'objet de pêche industrielle, semi industrielle ou artisanale.

Les plus grandes quantités sont enregistrées en 1983 en Turquie d'après les statistiques de la .F.A.O.

La production atlantique est soumise à un " TAC " (captures totales admissibles) décidé par la communauté européenne. De la sorte, elle est relativement stable d'une année sur l'autre puisqu'elle est Contingentée. En Méditerranée, où la pêche est traditionnelle, elle est moins contrôlable. Une part de la production est destinée aux conserveries pour préparer les anchois au sel ou à l'huile.

Les saisons propices à l'anchois sont le printemps et l'automne, principalement les mois d'avril, mai, juin et septembre.

La taille minimale autorisée : 12 cm Mer du Nord, Manche, Golfe de Gascogne, ,9 cm en Méditerranée (**Bauchot, 1980**).

Les engins utilisés sont :

- la senne coulissante et de plage.
- le chalut.
- le filet lamparos.
- les barrages et madragues.

Il est commercialisé frais, congelé, salé, séché, en conserve et sous forme de farine, il est également utilise comme appât (**F.A.O, 1986**).

L'engin de pêche le plus utilisé est la senne tournante avec coulisse. La longueur de la senne est comprise entre 220 et 700 m avec des chutes de 1500 à 8000 mailles selon la longueur du navire. La maille de la senne est réglementée à 9 mm de maille étirée (**D.P.R.H, Tlemcen 2006**).

La pêche à la senne appelée également pêche à la lumière est destinée essentiellement à la capture des espèces pélagiques (sardine, anchois, etc.).

Ce type de pêche fait intervenir une autre petite embarcation supplémentaire dite annexe et désignée sous le terme de canot porte-feux.

Lorsque le poisson est repéré, on allume les lampes de façon à provoquer le rassemblement maximum du banc de poisson qui est ensuite encerclé par le filet. Une fois le poisson encerclé totalement, on procède à sa fermeture par le bas.

A la fin de cette opération, le filet est hissé à bord du bateau par le power-block.

Lorsque le poisson se trouve dans la poche du filet, on le transborde à l'aide d'une salabre à poissons.

D'autres espèces sont également pêchées avec l'anchois, la sardine, *Sardina pilchardus*, l'allache, *Sardinella aurita*, et le saurel, *Trachurus trachurus*, ainsi que d'autres espèces pélagiques mais avec de faibles quantités (Fig.7).

La campagne de la pêche de l'anchois débute de mi-avril jusqu'à juin. Elle s'étend de l'Ouest (frontières Algéro-Marocaines) jusqu'à Mostaganem.

Tous les sardiniers de cette zone, se mobilisent pour la pêche de cette espèce, en le traquant le long de l'itinéraire de sa migration. (D.P.R.H, Tlemcen)



Figure 7 : Des Anchois pêchées avec la sardine et le saurel (Originale)

CHAPITRE II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation géographique :

a. La ville de Béni Saf :

La ville de Béni Saf est située au Nord-ouest du chef lieu de la wilaya de Ain Témouchent : entre 35°16' et 35°18' latitude Nord et entre 1°27' et 1°28' longitude Ouest. S'étendant sur une superficie de 61.30 Km², avec un cordon littoral qui s'allonge sur une vingtaine de kilomètres, elle se trouve sur le littoral ouest du pays (A.N.A.T, 1996).

Béni Saf est limitée :

- Au Nord par la mer.
- Au Sud par la commune de l'Emir Abd El Kader.
- A l'Est par la commune de Sidi Safi.
- A l'Ouest par la commune d'Oulhaça.

b. La ville de Ghazaouet :

Ghazaouet est située à l'ouest de l'Algérie : latitude 35°06' Nord, longitude 1°52'Ouest. Elle se trouve à 80 km au Nord Ouest du chef lieu de la wilaya de Tlemcen, à 170 km de la métropole régionale d'Oran et à 50 km de la frontière marocaine (Fig. 8).

La ville est située dans un secteur accidenté, avec des pentes fortes, qui atteignent 10 à 15 %.

Couvrant une superficie de 28 km², la ville de Ghazaouet est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée ;
- Au Sud par la commune de Tient ;
- Au Sud-Ouest par la commune de Nedroma;
- A l'Ouest par la commune de Tounane ;
- Et à l'Est par la commune de Dar Yaghmoracen.

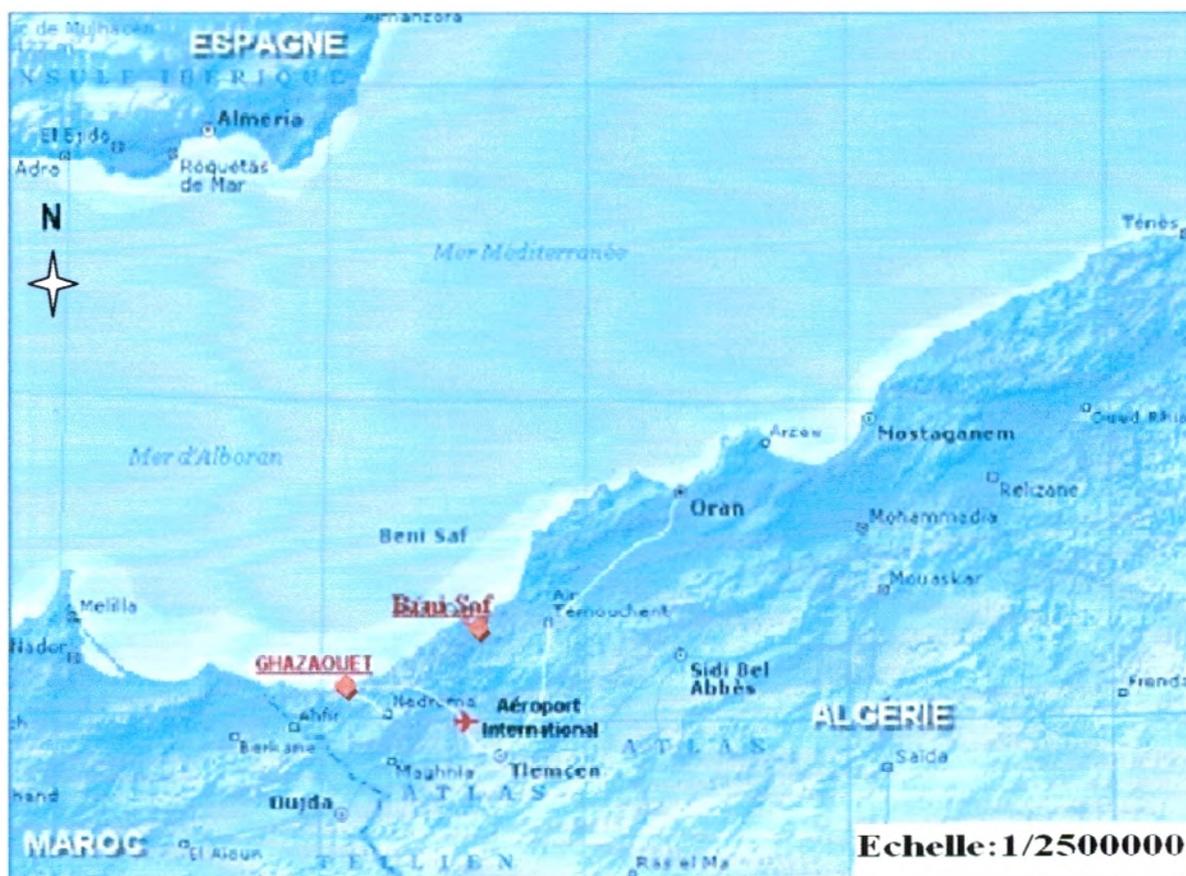


Figure 8 : Localisation de Ghazaouet et Béni Saf (M.A.T.E, 2006)

c- Le port de pêche de Béni Saf

Le port de Béni Saf qui est situé au milieu d'une baie qui s'étend sur 14 Km environ, est protégé naturellement contre les vents d'Ouest. Cependant, il reste exposé à la houle du nord et du Nord Ouest. Sa position géographique est la suivante :

- Longitude : 1°23'16 W
- Latitude : 35°13'26 N

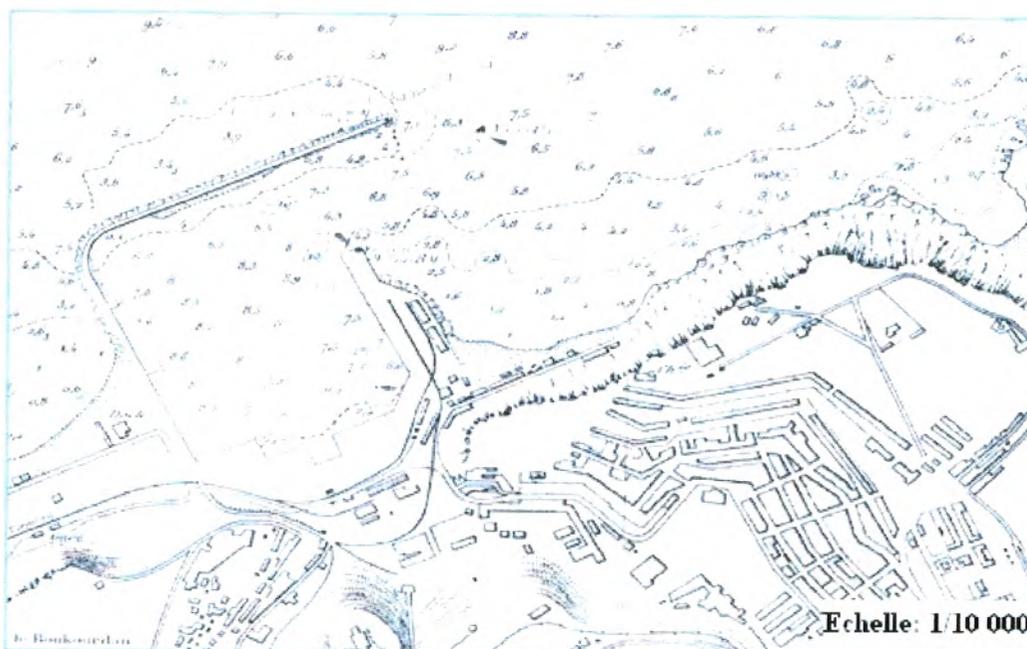


Figure 9: Le port de pêche de Béni Saf.



Figure 10: Photo du port de Béni Saf (Originale).

d- Le port de pêche de Ghazaouet :

Le port de Ghazaouet est un port mixte (commerce et pêche). Il est situé à une trentaine de kilomètres à l'Est de la frontière Algéro-Marocaine, à 170Km d'Oran et à environ 111 Miles du port espagnol d'Almeria avec le quel il est relié par une desserte maritime régulière en ferries. Il se trouve au fond d'une anse sablonneuse de 1300 mètres et de 400 mètres de creux.

Il est caractérisé par une surface plaine très importante, 23ha de terre-pleins et 25 ha de plan d'eau (dont une darse de pêcheurs de 1ha) avec 73 cases de pêcheurs.

Le port commercial de Ghazaouet a été réalisé en trois phases :

- La construction du port abri, de 1908 à 1931.
- La réalisation de deux bassins, de 1932 à 1939.
- L'extension du port vers l'Ouest, de 1953 à 1958. (Anonyme, 2006)

Le port de Ghazaouet se situe dans la partie Est de la baie à 1200 mètres Est du phare, entre l'Oued Ghazouanah et la falaise de Tient. Le port est situé exactement à 35° 6' 00 de Latitude Nord et à 35° 6' 21 de Longitude.

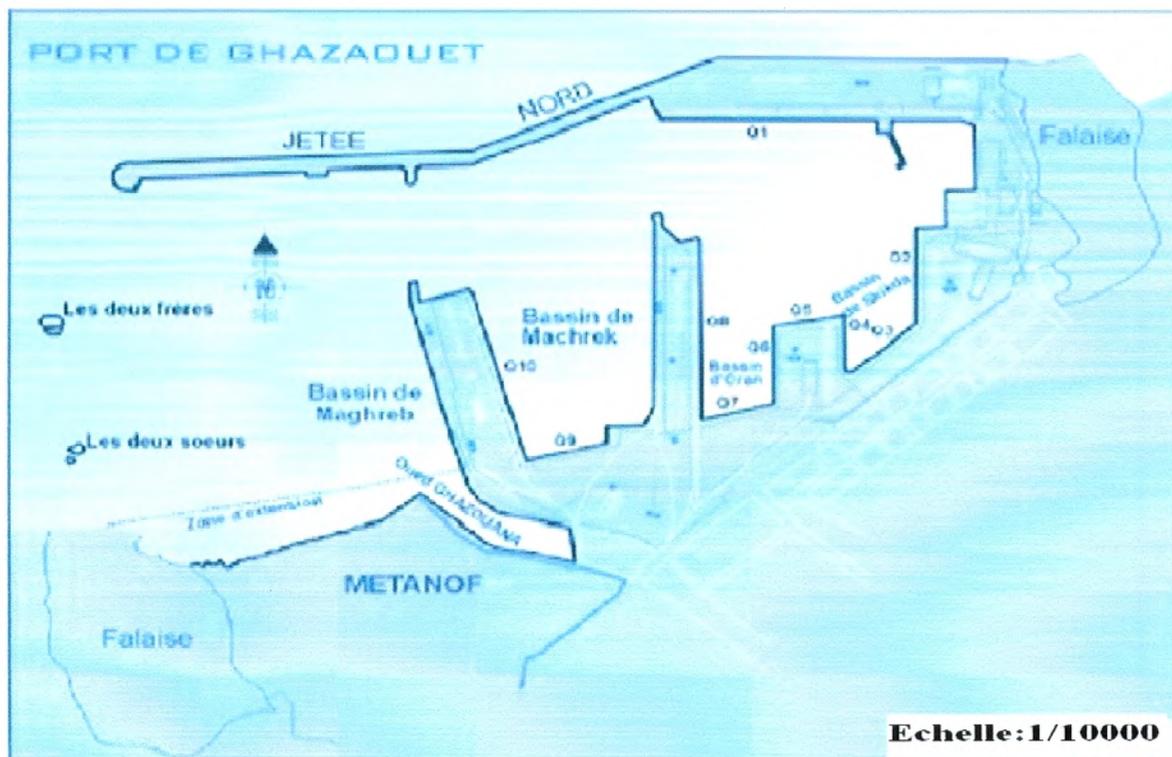


Figure 11: Plan domanial du port de Ghazaouet. (www.portdeghazaouet.dz)



Figure 12: Des photos du Port de Ghazaouet (Originale)

La proximité des deux ports (Ghazaouet et Béni Saf) du détroit de GIBRALTAR leur permettent de bénéficier directement des courants froids de l'atlantique, très riches en plancton, ces derniers pénètrent en permanence en méditerranée. Cette situation privilégiée est en outre caractérisée par la présence d'un plateau continental, qui si étroit soit-il n'en est pas moins le plus développé de la côte algérienne. (D.P.R.H.Tlemcen)

2. Les facteurs physiques :

2.1 La bathymétrie :

Le plateau continental est nettement marqué et son talus en pente douce, s'étale largement. Les fonds de 600 mètres sont éloignés de la côte d'une distance comprise entre 25 et 35 milles marins.

Tout en présentant une certaine unité, cette zone est séparée en deux parties par le cap des Trois Fourches.

Entre le cap des Trois Fourches et les îles Habibas, l'isobathe des 100 m épousent la forme de la côte ; celle des 500 m au contraire décrit une sorte de croissant dont les deux pointes s'avancent vers le Nord. Ces deux pointes ont entre elles des analogies certaines quant à la nature de leur fonds et de leur faune ; bien que leur

limite sud ne soit pas définie de façon précise, elles se différencient toutes deux assez nettement de la partie centrale (Fig. 13).

Nous examinerons donc successivement la partie centrale puis les deux extrémités de ce secteur (**Maurin, 1962**)

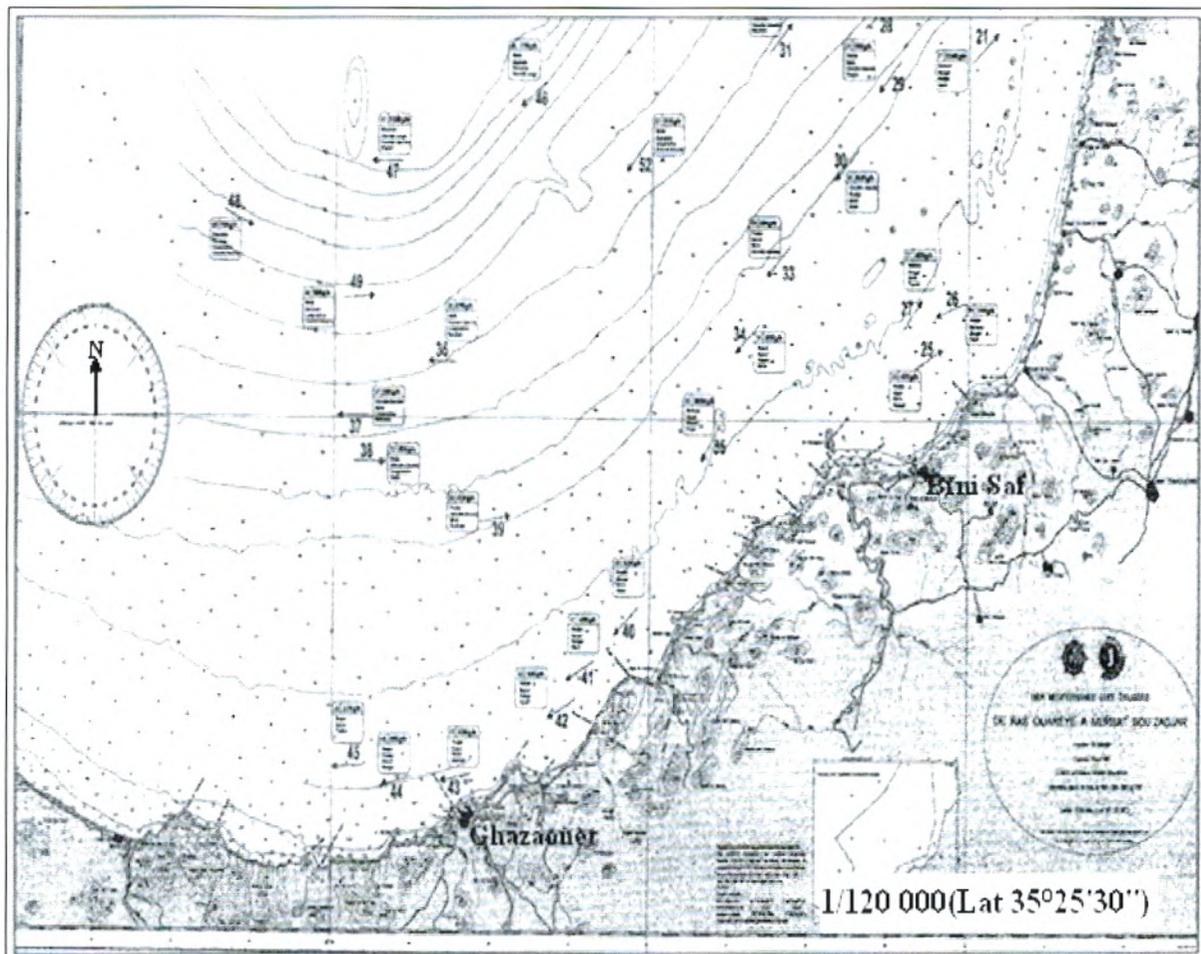


Figure 13 : Carte bathymétrique de la région Ouest algérienne (**Béni Saf et Ghazaouet**). (Anonyme, 2004)

2.2 La sédimentologie :

La nature de la couverture sédimentaire du Nord Ouest algérien illustrée au moyen d'une carte sédimentaire (**Leclaire, 1972**).

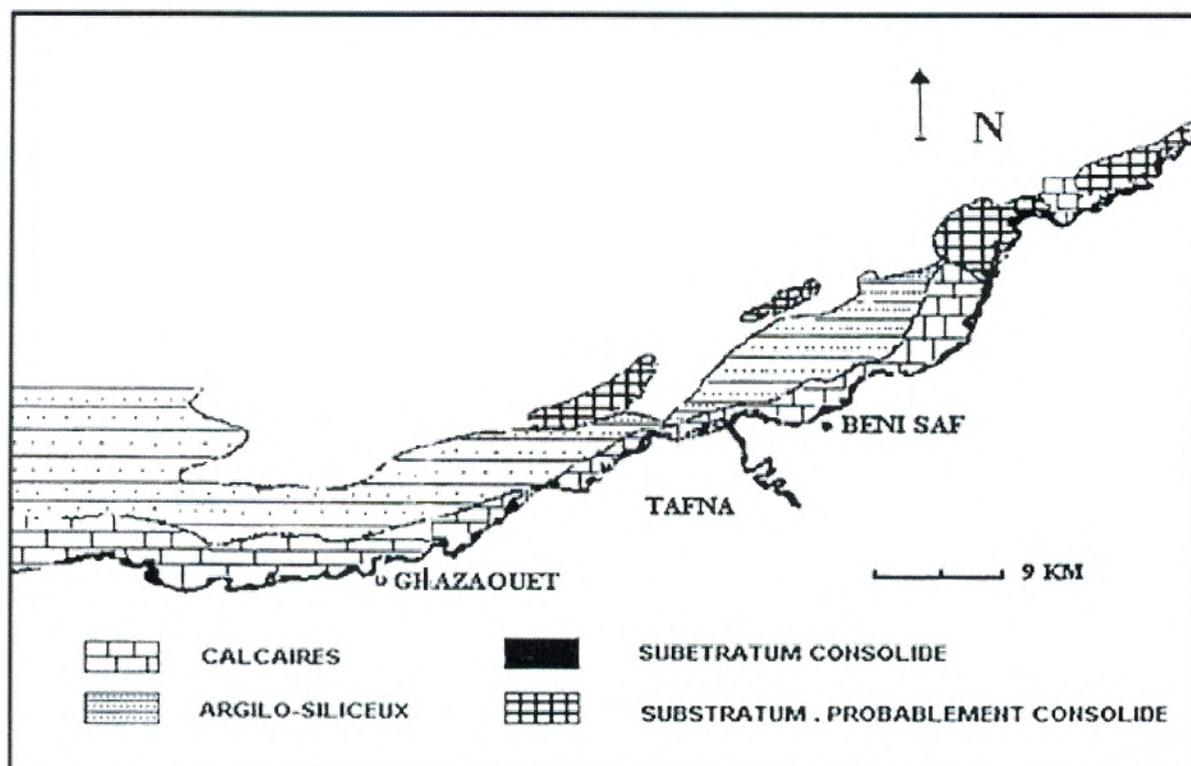


Figure 14: Nature des sédiments à l'extrême Ouest algérien (Ghazaouet et Béni Saf) (Leclaire, 1972)

2.3 Les courants :

Le bassin d'Alboran est l'endroit où se rencontrent les eaux froides de l'Océan Atlantique et les eaux plus chaudes de la Méditerranée.

Des travaux de **Millot (1987)** ont mis en évidence dans le bassin méditerranéen deux courants, le courant algérien et un autre nommé courant nord à une échelle moyenne dans la partie occidentale de la méditerranée.

Vers 0° , le courant algérien coule parallèlement à la côte et son caractère instable devient généralement apparent vers $1-2^\circ$ où des upwellings se développent et dans lesquelles la vie marine est florissante. Cette zone est un lieu de frai pour les pilchards et les anchois **Millot (1987)**.

Ces phénomènes d'une dimension de 50 à 100 Km, se déplacent de quelques kilomètres par jour le long de la côte vers l'Est.

Le bassin algérien est en fait un réservoir dans lequel s'accumule l'eau d'origine atlantique.

Ces phénomènes courantologiques ont une influence sur l'épandage des polluants et des conséquences sur les ressources biologiques de cette région (Milot, 1987).

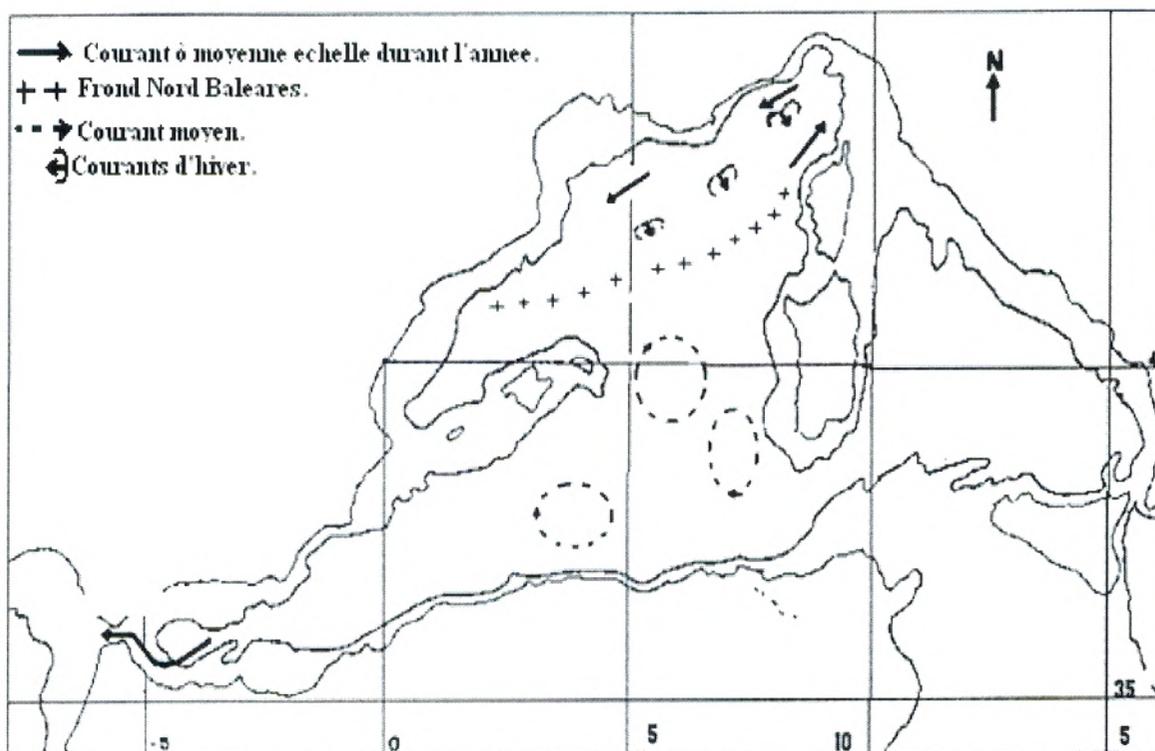


Figure 15 : Circulation de l'eau atlantique modifiée (Milot, 1987)

2.4 Les vents :

Le vent est une des forces physiques régissant les courants et les houles.

Les données météorologiques de Ghazaouet indiquent pour une année moyenne une dominance des vents de mer, en provenance soit du Nord/Est la dominance des vents de mer ou du Nord Ouest (35%). Ces vents sont généralement réguliers surtout en été. Les vents humides d'Ouest et du Nord-Ouest sont très fréquents et très intenses et influent considérablement sur le bilan pluviométrique.

Les vents du sud sont aussi importants avec des fréquences variables (en moyenne 29%). Ces derniers ont une influence desséchante qui se fait sentir surtout en été.

Notons que des changements de direction des vents sont observés au cours de la même journée. La vitesse moyenne du vent est de 20 km/h.

La région de Béni-Saf présente un couloir constamment balayé par les vents.

Les vents du Sud-Est se caractérisent par des vitesses entre 11 à 15 m/s, ils sont plutôt rares.

Les vents de sud, les plus fréquents, avec une vitesse qui varie entre 6 à 10 m/s de nature secs et froids en saison hivernale, chauds et desséchants en période estivale. La durée de ce type de vent peut s'étaler de mars à septembre avec une légère variation d'un mois à l'autre.

Les vents de Nord et Nord-Ouest sont moins fréquents avec des vitesses qui peuvent atteindre 10 m/s, rares en hiver, ces vents peuvent contribuer à atténuer les températures estivales élevées.

2.5 Les houles et les marées :

Les houles sont les mouvements ondulatoires de la mer, elles sont moins importantes que celles de l'Atlantique.

La marée est peu apparente dans les deux zones en raison d'une part de sa faible amplitude vue que la méditerranée est une mer presque sans marée et d'autre part de sa jonction avec les variations du niveau marin dû à l'effet du vent et de la pression atmosphérique (L.E.M, 1997).

3. Le climat :

Le climat est l'ensemble des facteurs de l'atmosphère qui agissent sur les êtres vivants, principalement les précipitations et les températures constituant les paramètres essentiels qui permettent de mieux caractériser le type de climat d'une région.

Le but de l'étude bio climatique dans ce travail est de décrire le climat local des deux stations d'étude et les influences climatiques qui règnent dans ces deux régions.

L'Algérie est caractérisée par le contraste entre le climat méditerranéen de la bordure littorale et le climat désertique au sud, en passant par le climat des hauts plateaux et des plaines (**Dajoz, 1996**).

Les deux régions d'étude (Béni-Saf et Ghazaouet) ont un climat méditerranéen caractérisé par une saison estivale sèche et une saison hivernale froide et pluvieuse.

La synthèse climatique se résume aux points suivants :

- interpréter les facteurs climatiques en se basant sur les données de deux stations météorologiques celle de Béni Saf et l'autre de Ghazaouet la première se trouve à 68 m et la deuxième à 4 m au dessus du niveau de la mer ;
- déterminer la période sèche par le biais de diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gausson (1953)** ;
- déterminer l'étage bioclimatique des deux sites d'étude à partir du climagramme pluviothermique d'**Emberger (1955)**.

Pour cela on a pris les données des deux facteurs climatiques précipitation et température de chaque région (Ghazaouet entre 1996-2006 et Béni Saf entre 1997-2006).

3.1 Les paramètres climatiques étudiés de chaque région :

a- Les précipitations :

Les précipitations en Algérie, diminuent du Nord au Sud et d'Est en Ouest.

La région ouest reçoit en moyenne 300 à 500 mm/an ; mais il y a des exceptions au sein des zones les plus élevées, Monts de Tlemcen (1000 m) où les précipitations moyennes sont supérieures à 500 mm/an (**Megnounif, 1999**).

Sur les **tableaux I-1, 2** (Ghazaouet) et **3, 4** (Béni Saf) figurent les quantités moyennes (en mm) de précipitations mensuelles de chaque région.

En se basant sur ses données, on constate déjà que le climat de Ghazaouet et de Béni Saf est marqué par une alternance de deux saisons, l'une pluvieuse et l'autre sèche.

La saison pluvieuse est caractérisée par une irrégularité interannuelle, elle débute généralement à partir du mois de septembre et se prolonge jusqu'au mois de mai, alors que la saison sèche s'étale du mois de juin jusqu'au mois d'août.

Le tableau II-1 montre que les précipitations moyennes de la région de Ghazaouet sont de 346,42 mm/an durant la période (1996-2006). La saison hivernale de 2003 est la plus pluvieuse avec une moyenne de 41,78 mm/an alors qu'un pic de 123,2 mm est enregistré au mois de Novembre. Par contre, l'été est presque sec.

D'après Le tableau I-3 concernant la région de Béni Saf les précipitations moyennes enregistrées sont de 331,1 mm/an durant la période (1997-2006). La saison hivernale de 2003 est la plus pluvieuse avec une moyenne maximale de 36,25 mm/an et la moyenne minimale est de l'ordre de 20,25 mm/an en 1998. Par contre, l'été est presque sec.

b- Les températures :

Les températures relevées dans la région d'étude de Ghazaouet durant la période allant de 1996-2006 sont illustrés dans le tableau I-2 et celles de Béni Saf sont elles même représentées par le tableau I-4 durant la décennie 1997-2006.

A partir de ces tableaux, on peut tirer les remarques suivantes :

- *Ghazaouet*, Les mois les plus chauds sont les mois de mai à octobre durant les quelles les températures moyennes dépassent les 20°C. Pour le reste des mois de l'année, les moyennes de température ne descendent pas au-dessous des 15°C, le mois de Février étant le mois le plus froid. La température moyenne annuelle est de 21,01°C.
- *Béni Saf*, les mois les plus chauds sont les mois de juin, juillet, août, septembre et octobre durant les quelles les températures moyennes se trouvent entre 20.85 et 26.06 °C. Pour le reste des mois de l'année, les moyennes de température ne descendent pas au-dessous de 12°C, le mois de janvier étant le plus froid.

La température moyenne annuelle est de 19,08°C.

****Amplitude thermique moyenne, indice de continentalité***

Cet indice proposé par **Debrach (1953)** est basé sur l'amplitude moyenne extrême calculée par la différence des extrêmes thermiques (M-m), il permet d'établir une classification des méso climats.

La classification proposée est :

- Climat insulaire : $M-m < 5$;
- Climat littoral : $15 < M-m < 25$;
- Climat semi continental : $25 < M-m < 35$;
- Climat continental : $35 < M-m$.

M : Moyenne mensuelle des maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne mensuelle des minima du mois le plus froid

Région de Ghazaouet : M-m égale à **22,42** → méso climat littoral.

Région de Béni Saf : M-m égale à **19,8** → méso climat littoral.

Tableau II-1: Précipitations mensuelles exprimées en mm de la région de Ghazaouet (période 1996-2006).

Mois Années	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
1996	48,4	61,2	24,1	23,2	25,2	1,2	1,2	7,5	27,4	8,8	3,7	39,9	271,8
1997	88,6	0	1,2	52,7	30	0,7	1,5	2,4	52,6	10,5	48,8	45,7	334,7
1998	14,6	26,7	50	15,4	13	4,1	0	5,8	8,2	5,6	58,5	3	204,9
1999	99,1	76,2	36,7	0	0	0	0	1	18,1	30,1	127,6	48,4	437,2
2000	2	0	3,5	15,1	30,3	0	0,4	0	4,2	92,4	73,5	36,8	258,2
2001	35,3	61	4	0	12	0	0	0	13,3	17,5	134,9	28,1	306,1
2002	5,3	3,3	31,9	87,3	63,3	1,7	0	37,6	0,3	26,4	89,5	16	362,6
2003	85,3	112,4	17,3	21,1	12,5	1,8	0,2	0	0	51,3	123,2	76,3	501,4
2004	51,1	38,5	142,2	38,6	38,7	5,5	0	0,3	0	53	34,8	62,6	465,3
2005	15,9	65,6	67,60	18,9	1	0,3	0	0	2,7	49,5	78,8	12,8	313,1
2006	57,6	53,1	25	40,7	74,3	0	0	0,2	5,3	10,1	5,1	83,9	355,3
Total	503,2	498	403,5	313	300,3	15,3	3,3	54,8	132,1	355,2	778,4	453,5	3810,6
Moyenne	454,75	45,27	36,68	28,45	27,30	1,39	0,30	4,98	12,01	32,29	70,76	41,23	346,42

Tableau 02: Tableau II-2 : Températures exprimées en °C de la région de Ghazaouet

Mois Années	Temp. (°C)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
1996- 2006	T Min	11,64	9,80	11,94	13,60	17,19	21,44	24,57	24,90	21,98	18,42	14,09	11,26	16,74
	T Max	20,44	21,76	21,45	22,55	25,66	28,16	30,88	32,22	30,78	26,38	22,44	20,80	26,13
	T Moy	16,04	15,78	16,69	18,70	21,42	24,80	27,72	28,56	26,38	22,40	18,26	16,03	21,01

Tableau II-3: Précipitations mensuelles exprimées en mm de la région de Béni Saf (période 1997-2006).

Mois Années	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
1997	138	0	0	54	14	5	0	3	43	11	63	35	366
1998	22	25	14	33	16	1	0	11	27	38	37	19	243
1999	51	66	42	0	1	0	0	0	27	23	117	52	379
2000	0	0	2	35	13	0	0	4	25	86	59	24	248
2001	26	54	6	5	12	0	0	0	9	11	159	34	316
2002	3	6	25	66	31	1	0	40	0	24	123	12	331
2003	93	107	25	22	16	3	2	0	0	32	56	79	435
2004	33	9	49	27	48	8	2	0	0	69	30	90	365
2005	23	68	32	21	3	1	0	0	4	24	62	33	271
2006	70	115	22	16	31	1	0	0	7	9	10	76	357
Total	459	450	217	279	185	20	4	58	142	327	716	454	3311
Moyenne	45,9	45	21,7	27,9	18,5	2	0,4	5,8	14,2	32,7	71,6	45,4	331,1

Tableau II-4: Températures exprimés en °C de la région de Béni Saf.

Mois Année	Temp. (°C)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy
1996- 2006	T Min	9,10	10,10	12,10	13,80	16,60	20,00	22,30	23,20	20,20	17,90	13,50	10,80	15,80
	T Max	16,40	17,20	19,00	20,00	22,90	26,30	28,60	28,90	27,40	23,80	20,20	17,60	22,36
	T Moy	12,80	13,70	15,60	16,89	19,70	23,10	25,49	26,06	23,76	20,85	16,86	14,20	19,08

3.2 Synthèse bioclimatique :

a- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен :

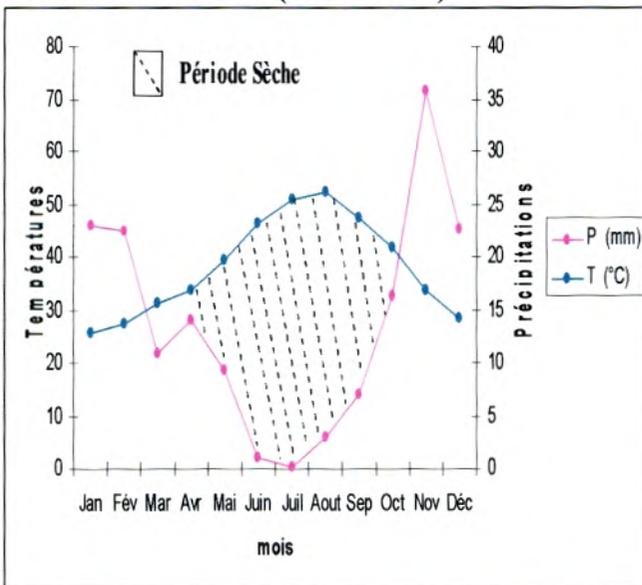
Bagnouls et Gausсен (1953) ont établi un diagramme qui permet de représenter la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; en admettant que le mois est biologiquement sec lorsque « **P est inférieur ou égal à 2T** ».

Pour présenter ces diagrammes, ces auteurs proposent une double échelle, en ordonnée à gauche des précipitations (P) et à droite les températures (T) soit double des précipitations (1°C = 2mm). En considérant la période de sécheresse, lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures.

On doit se référer au diagramme ombrothermique, pour la détermination de la période sèche de chaque région (Fig. 16).

Le climat est sec quand la courbe des températures est au dessus de celle des précipitations, et humide dans le cas contraire.

Station Béni Saf (1997-2006)



Station Ghazaouet (1996-2006)

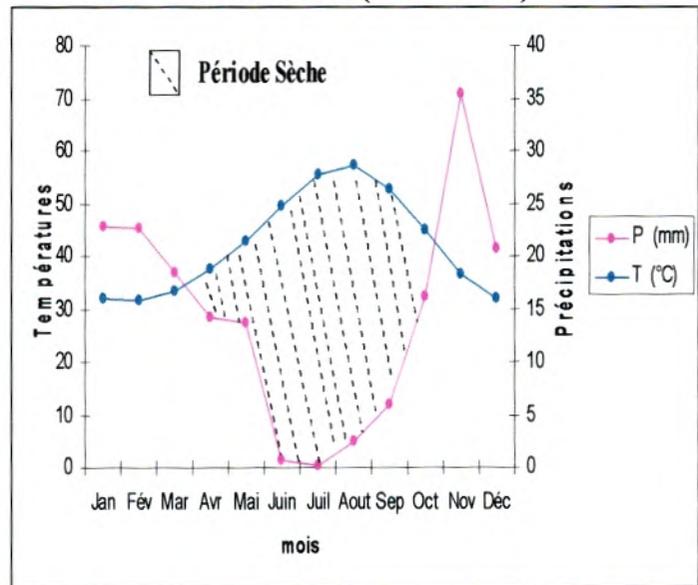


Figure 16: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1953) pour les deux stations d'étude.

La période sèche pour les deux stations s'étale du mois de Mars au mois d'Octobre, ce qui fait une période qui dure environ sept mois.

b- Le quotient pluviothermique d'EMBERGER :

Le quotient pluviothermique Q_2 est établi par **Emberger (1955)**. Il est spécifique au climat méditerranéen et fréquemment utilisé en Afrique du Nord et en France méditerranéenne.

Ce quotient permet de positionner la station d'étude parmi les étages de la végétation tracés sur un climagramme pluviothermique et d'apprécier l'aridité des régions méditerranéennes.

Les valeurs du Q_2 étant d'autant plus basses lorsque le climat est plus sec (Fig. 16)

Le quotient (Q_2) a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = 100.P / M^2 - m^2 \quad (\text{DAJOZ, 1996})$$

P : pluviosité moyenne annuelle (somme des moyennes de précipitations annuelles).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (Température en K = $T^{\circ}\text{C} + 273$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (Température en K)

Quotient pluviothermique de la région de Ghazaouet égale 52,52.

Quotient pluviothermique de la région de Béni Saf égale 43,91.

Le calcul du Q_2 d'Emberger nous a permis de situer Ghazaouet et Béni Saf dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud, avec un Q_2 de 52,52 pour Ghazaouet et 43,91 pour Béni Saf, nous constatons que la station de Béni Saf représente une « aridité » plus importante que celle de Ghazaouet (Fig.17).

Tableau II-5 : Synthèse des données climatiques d'après les deux stations météorologiques (**Ghazaouet 1996-2006 et Béni Saf 1997-2006**)

Régions	Période	M (°c)	m (°c)	P (mm)	Q_2
Ghazaouet	1996-2006	32,22	9,8	346,42	52,52
Béni Saf	1997-2006	28,92	9,1	331,1	43,91

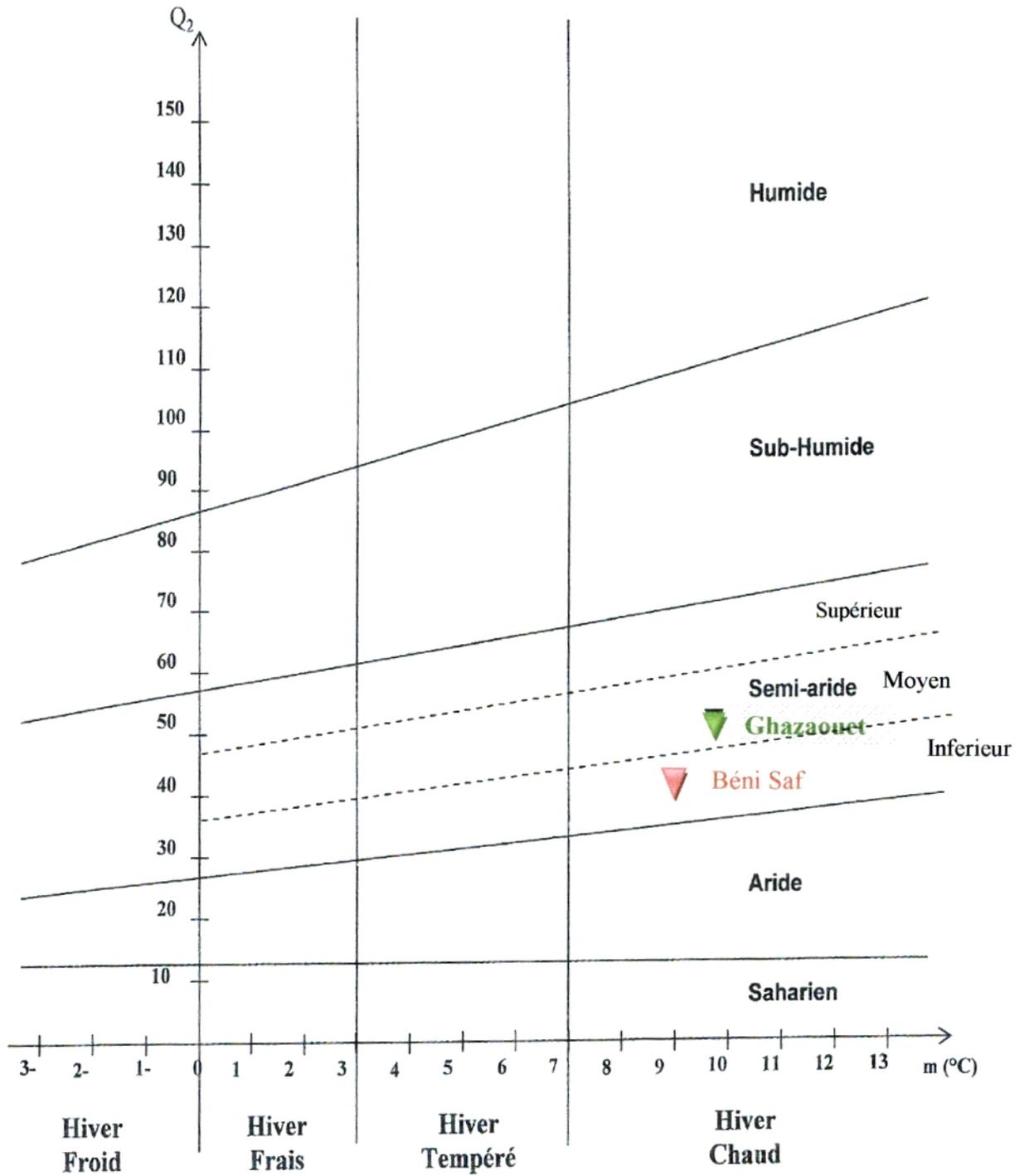


Figure 17 : Climagramme d'Emberger (1955).

CHAPITRE III
MATERIEL & METHODES

1-Echantillonnage:

Les échantillons ont été prélevés mensuellement à quai lors de la mise à terre des apports, ou bien à bord, avant la mise dans les casiers. La date de capture et le lieu de pêche sont relevés à chaque fois. La durée de l'échantillonnage s'étale entre juillet et décembre 2007 sur deux zones de pêche Béni Saf et Ghazaouet (Fig. 18).

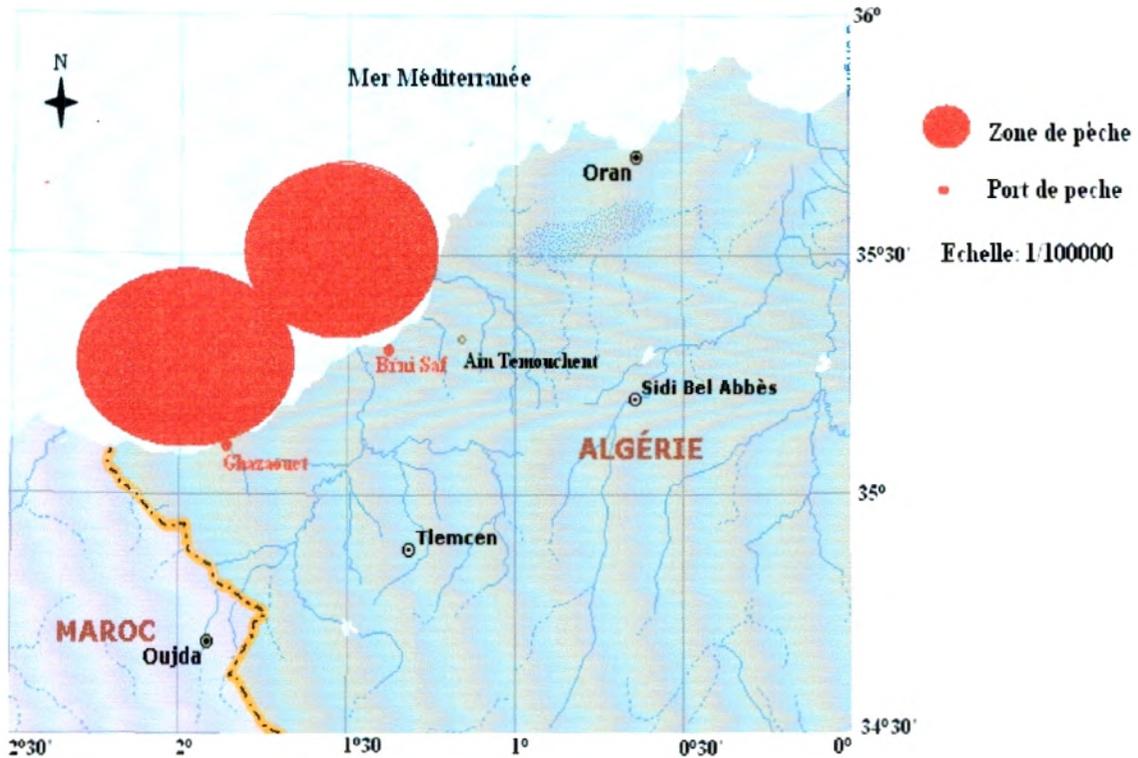


Figure 18: Carte de position des zones de pêches.

1.1. Traitement des échantillons:

Les échantillons sont conservés au congélateur pour être disséqués ultérieurement au laboratoire, le poids de l'échantillon varie selon la disponibilité de l'espèce (entre 2 et 3 kg). Nous avons remarqué pour la station de Béni-Saf une rareté en matière d'individus, pour cela nous n'avons pas pu effectuer l'échantillonnage durant le mois d'août.

2. Travail au laboratoire :

Chaque individu a été soumis à un ensemble de mesures de différents types, morpho métriques, méristiques et pondérales respectivement à l'aide d'un pied à coulisse, et d'une balance de précision. Des prélèvements sur plusieurs organes, (Estomac, Gonades, Otolithes) ont été effectués.

2.1. Partie biométrique :

2.1.1. Caractères méristiques:

Ce sont les critères de différenciations des races au sein d'une espèce (**Hemida, 1987**).

Le terme « race » possède plusieurs synonymes selon les systématiciens tel que: population, groupements locaux et unité de stock.

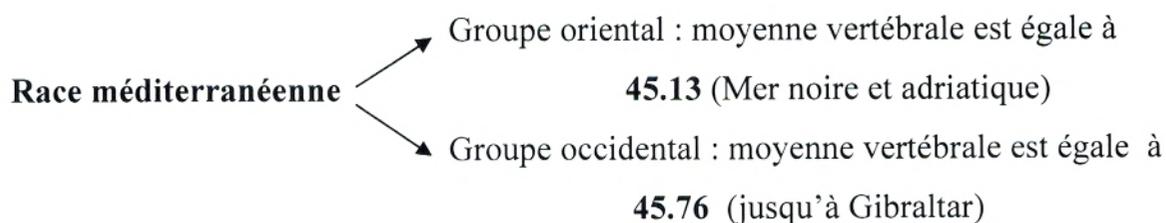
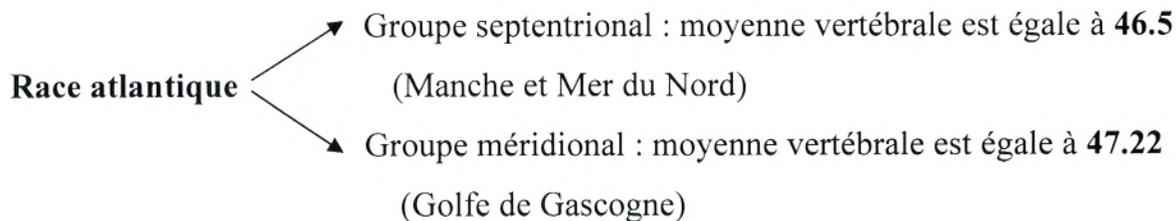
Le terme méristique signifie que de telles parties présentent des zones de discontinuités discrètes correspondant à des intervalles de temps déterminés (vertèbres, branchiospines et nombre de rayons de nageoires) (**F.A.O, 1980**).

Les travaux de nombreux auteurs ont montré des différences dans les caractères biologiques et morphologiques selon les régions, tels que la moyenne vertébrale, le nombre des rayons des nageoires ou le nombre de branchiospines, au sein de populations indépendantes (**Arne, 1931**). Ces différences ont permis à **Fage (1920)** de séparer l'anchois en deux races méditerranéennes et une race atlantique, d'après certains caractères :

Tableau III-1: Les caractères morphologiques et biologiques qui diffèrent entre une race Atlantique et une race Méditerranéenne selon **Fage (1920)**.

	Race Atlantique	Race méditerranéenne
Caractères morphologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Grande taille • Tête courte • Vertèbres en nombre élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Taille plus petite • Tête longue • Vertèbres moins nombreuses.
Caractères biologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Période de ponte brève • Longévité relative. 	<ul style="list-style-type: none"> • Période de ponte plus longue. • Vie plus brève.

Fage (1920) subdivise ces deux races en deux groupes selon la moyenne vertébrale.



Parmi les caractères méristiques cités, nous avons utilisé le nombre de vertèbres et le nombre des rayons de la nageoire dorsale et anale et cela uniquement pour la région de Ghazaouet (nous n'avons pas pris les individus de la région de Béni Saf dans l'étude des caractères méristique parce qu'il n'y a pas une grande distance entre les deux zones de pêche).

2.1.2 Caractères morpho-métriques :

Diverses parties du poisson sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse de 0.1 mm de précision (au millimètre près). Les différentes longueurs sont définies de la manière suivante (Fig. 19) :

LT : longueur totale, de l'extrémité du museau à l'extrémité de la partie la plus longue de la nageoire caudale posée en extension.

LF : longueur à la fourche, du bout du museau à la fourche de la nageoire caudale.

LS : longueur standard, de l'extrémité du museau à l'origine de la caudale

LC : longueur céphalique, de l'extrémité du museau au point le plus postérieur de la marge de l'opercule.

LD : longueur pré-dorsale, de l'extrémité du museau à la base du premier rayon de la dorsale.

LA : longueur pré-anale, de l'extrémité du museau au bord postérieur de l'anus.

Chaque individu est pesé afin d'obtenir le poids total au centième de gramme près (PT)

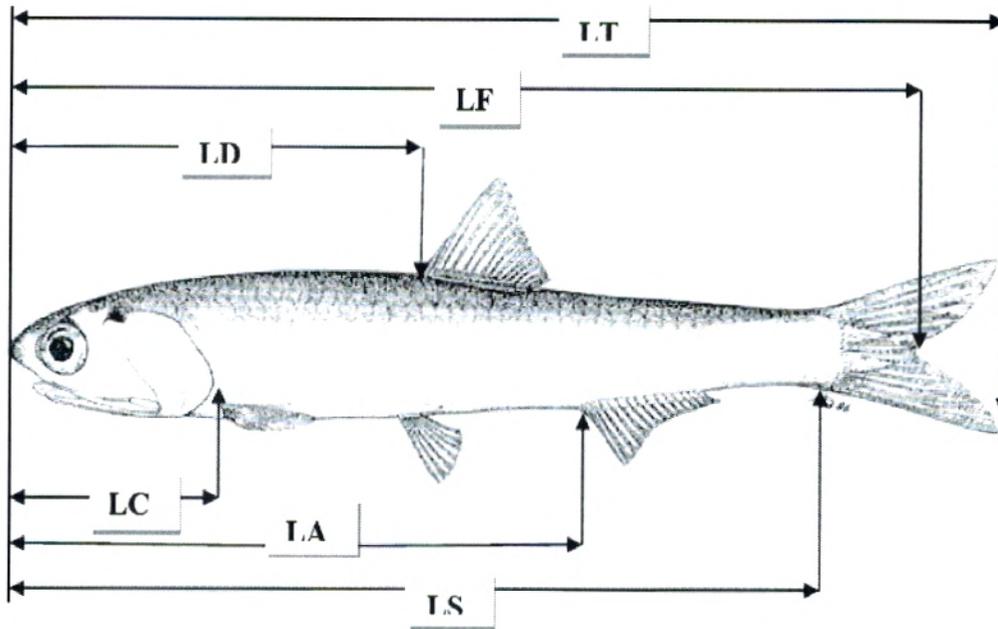


Figure 19 : Schéma des différentes mensurations réalisées sur l'anchois.

2.1.3 Les indices métriques utilisés :

a. Indice céphalique :

L'indice céphalique est le pourcentage du rapport de la longueur céphalique (longueur de la tête à la longueur totale (LT)) pour chaque poisson selon la formule suivante :

$$IC = (LC/LT) * 100.$$

b. Indice pré-dorsal :

L'indice pré-dorsal est le pourcentage du rapport de la longueur à la dorsale (LD) à la longueur totale (LT) pour chaque poisson selon la formule suivante :

$$ID = (LD/LT) * 100.$$

c. Indice pré-anal :

L'indice pré-anal est le pourcentage du rapport de la longueur à l'anale (LA) à la longueur totale (LT) pour chaque poisson selon la formule suivante :

$$IA = (LA/LT) * 100.$$

2.1.4 Pièces squelettiques :

a- Les otolithes :

Pour des études ultérieures, les otolithes sont prélevées de chaque individu ensuite lavés dans de l'eau afin d'éliminer les tissus et faciliter l'observation des anneaux, puis conservés dans des petites enveloppes portant un code (station, mois et le numéro de l'individu). Ce sont des pièces calcifiées qu'on extrait à l'intérieur de la tête des poissons. Elles servent pour la détermination précise de l'âge annuel ou journalier.

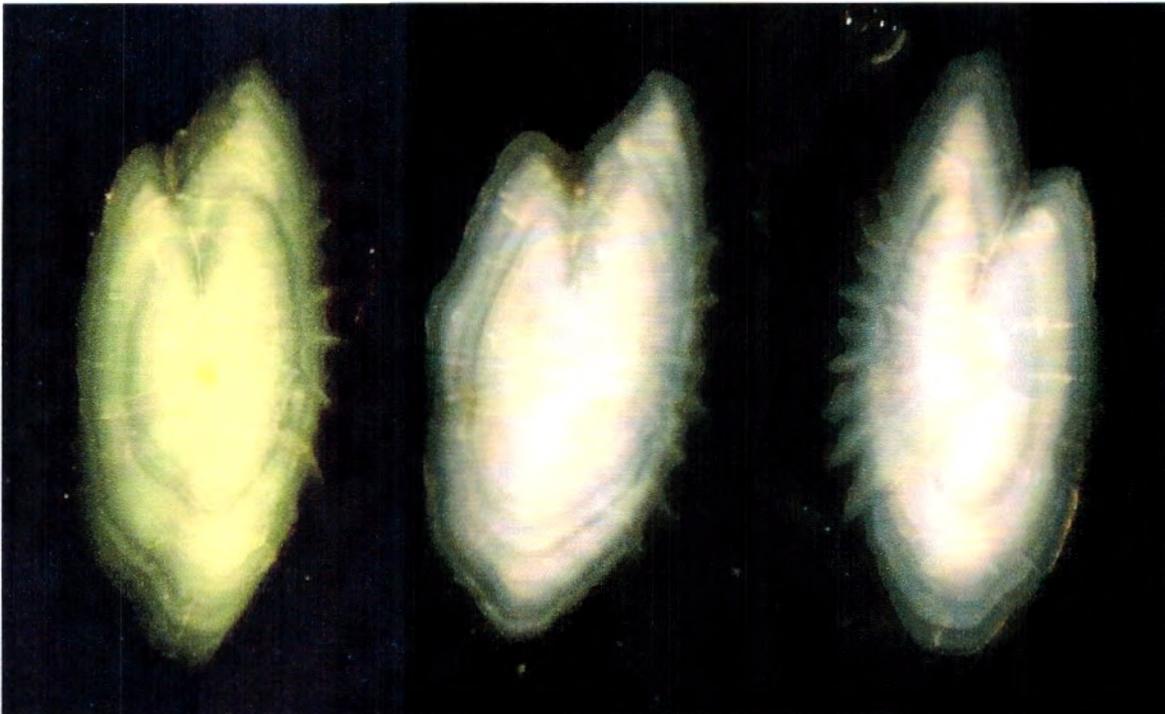


Figure 20 : Photos d'Otolithes d'anchois prises au laboratoire (Originale).

b- Les vertèbres :

Le comptage des vertèbres s'est fait pour 100 individus pendant toute la période d'étude avec quatre classes de taille (10-12, 12-14, 14-16, 16>) pour les deux sexes. La colonne vertébrale est mise à nu à l'aide d'un scalpel après une légère cuisson.

Nous avons compté le nombre total des vertèbres, du condyle occipital non compris à l'urostyle inclus. (Fig. 21).

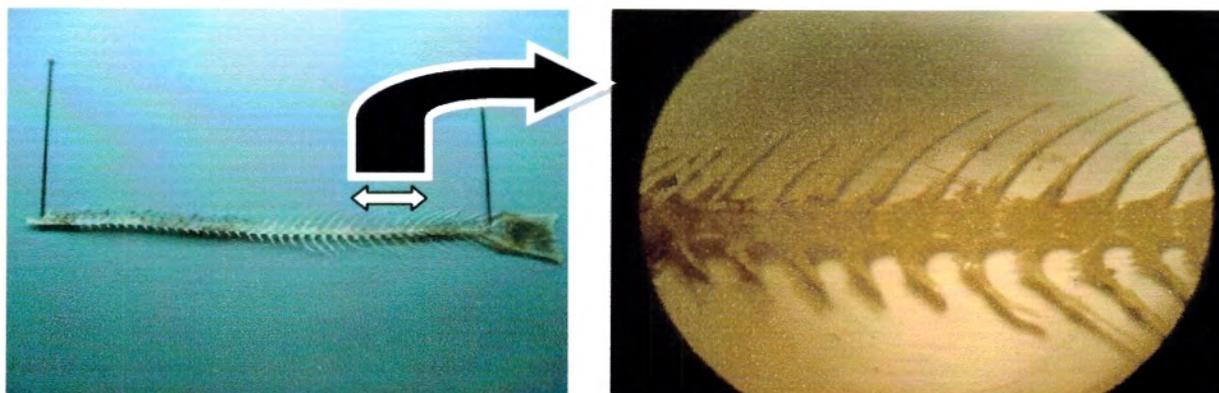


Figure 21 : Photos de la colonne vertébrale de l'anchois prises au laboratoire (Originale).

2.1.5 Nombre de rayons à la nageoire dorsale et anale :

Nous avons dénombré les rayons des nageoires dorsales et anales pour 53 individus appartenant à la zone de Ghazaouet, le comptage a été fait sous loupe binoculaire.

2.2. Partie reproduction :

a-Détermination du sexe

L'espèce *Engraulis encrasicolus* ne présente pas de dimorphisme sexuel. La détermination de sexe exige une dissection et une observation directe de gonades, ces dernières sont prélevées et pesées à chaque fois au centième de gramme près (PG : poids des gonades). Les individus dont on ne peut déterminer le sexe sont dénommés « indéterminés ».

b-Rapport Gonado-somatique :

Les moyennes mensuelles du RGS ont été calculées pour 319 mâles et 292 femelles provenant de la région de Ghazaouet et pour 143 mâles et 131 femelles de la station de Béni Saf.

Pour notre étude, nous avons choisi une relation proche de celle qui est définie par (Bougis 1952)

$$\text{RGS} = \text{Poids des gonades} * 100 / \text{Poids du corps}$$

➤ PG : Poids de la gonade, PT : Poids somatique (total).

c-Sex-ratio :

C'est un terme qui s'exprime sous différentes formes selon les auteurs, **Kartas** et **Quignard (1984)**.

- Nombre de mâles pour 100 femelles ;
- Rapport du nombre de mâles au nombre de femelles ;
- Pourcentage de mâles ou taux de masculinité ;
- Pourcentage de femelles ou taux de féminité.

Parmi les expressions nous avons choisi d'utiliser le pourcentage de femelles ou taux de féminité plus leur intervalle de confiance :

$$\text{Taux de féminité} = [F / (F+M)] * 100$$

F : nombre de femelles.

M : nombre de mâles.

L'intervalle de confiance est calculé par la relation :

$$I.C = 1.96 \sqrt{PQ/N} \quad (\text{Shwartz, 1983})$$

P : Pourcentage des mâles.

Q : Pourcentage des femelles.

N : Nombre total (mâles, femelles).

d-Relation taille-poids par sexe :

La relation qui lie le poids d'un poisson à la longueur est décrite par la formule:

$$W_t = a * L_t^b$$

W_t : poids totale en (g) ;

$b < 3$ allométrie minorante.

L_t : Longueur totale (cm);

$b = 3$ isométrie.

a : constant ;

$b > 3$ allométrie majorante.

b : Coefficient d'allométrie.

Par transformation logarithmique cette équation est linéarisée et s'écrit comme suit :

$$\text{Ln } W_t = \text{Ln } a + b \text{ Ln } L_t \quad (\text{Hemida, 1987}).$$

2.3. Partie régime alimentaire :

Cette contribution à l'étude du régime alimentaire de l'anchois *Engraulis encrasicolus*, Linné, (1758) à l'extrême ouest algérien (Ghazaouet, Béni Saf), a été effectuée pendant une période de quatre mois (Septembre, Octobre, Novembre et Décembre 2007).

2.3.1 Contenus stomacaux :

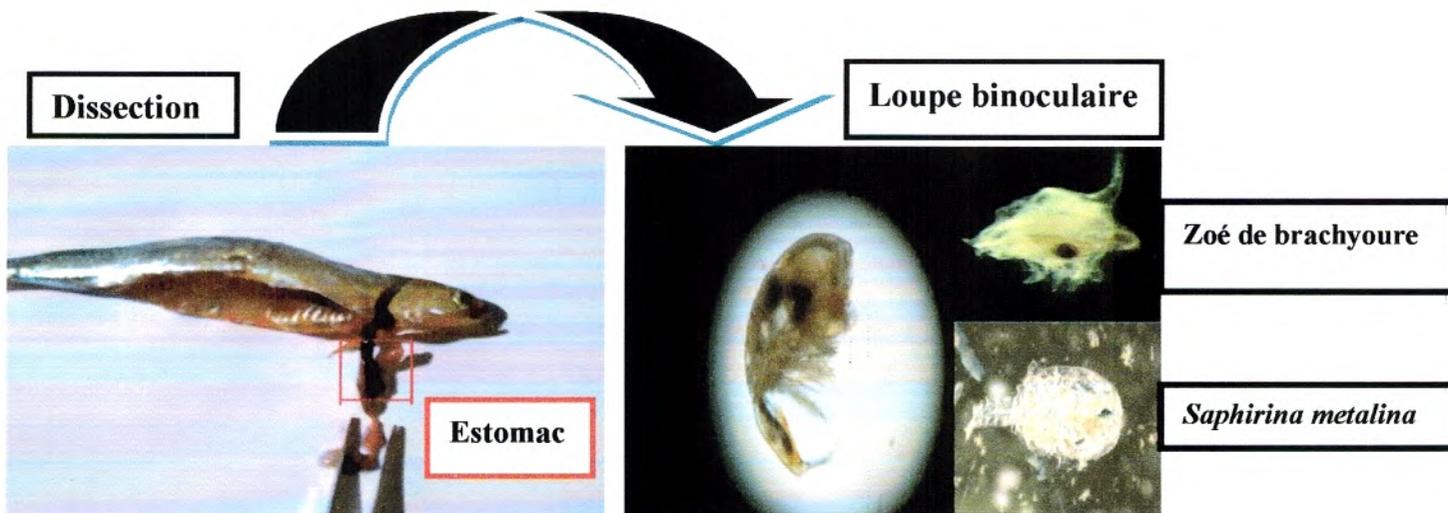


Figure 22: Schéma représentant les différentes étapes du traitement des contenus stomacaux de l'anchois (**Originale**).

La partie comprise entre l'œsophage et la première boucle intestinale (bulbe stomacal) de chaque poisson a été détachée et conservée dans des tubes secs (codées par station, mois et numéro de l'individu) à l'aide d'une solution de formaldéhyde 10 % pour être examinée ultérieurement (Fig. 22).

2.3.2 Analyses au laboratoire

Pour chaque estomac prélevé, le protocole suivant a été utilisé :

- Evaluation du remplissage de l'estomac, avant ouverture, selon un critère d'observation basé sur le degré de tension de la paroi stomacale (plus ou moins tendue) : «plein, $\frac{3}{4}$ plein, $\frac{1}{2}$ plein, $\frac{1}{4}$ plein, vide ».

- Après ouverture de l'estomac les proies ont été dissociées les unes des autres, identifiées, dénombrées. Chaque proie a été déterminée le plus précisément possible (de visu, à l'aide d'une loupe binoculaire ou bien d'un microscope photonique). L'état de digestion des proies : «faible ; moyen ; fort», basé sur la présence ou l'absence de certaines parties de la proie (**Hislop et Robb, 1991, in Kacher, 2004**), est estimé.

La faune ingérée a été déterminée à l'aide des clés d'identification (**Rose, 1933 ; Chevreux et Fage, 1925 ; Trégouboff et Rose, 1957; Conway et al., 2003**) (voir annexe).

2.3.3 Traitement des données :

a-Remplissage de l'estomac :

Avant d'analyser le régime alimentaire, on peut calculer le pourcentage d'estomacs vides qui est exprimé par l'indice de vacuité (CV) : C'est le rapport en pourcentage entre le nombre d'estomacs vides (E.V) et le nombre d'estomacs examinés (E.E)

$$C.V = E.V/E.E \times 100$$

b- Nombre moyen de proies par estomac :

Le nombre moyen de proies par estomac est le rapport entre le nombre total des diverses proies ingérées et le nombre total d'estomacs examinés.

c- Abondance relative (Ar) ou pourcentage numérique (%N) :

C'est le nombre d'une proie donnée (N.P) par rapport au nombre total des proies (T.P) en pourcentage (**Hureau, 1970**):

$$Ar = N.P/T.P \times 100$$

d- Coefficient d'occurrence (C.O) ou fréquence d'occurrence (%F):

C'est le pourcentage d'estomacs dans lesquels une proie ou catégorie de proie est présente (E.P) par rapport aux estomacs examinés (E.E) (**Hislop, 1980**):

$$C.O = E.P/E.E \times 100$$

e- Indice de Costello :

L'indice de **Costello (1990)** permet de visualiser les préférences alimentaires des poissons grâce à une représentation graphique utilisant la fréquence et l'occurrence. Les proies les plus importantes dans l'alimentation du poisson, se trouvent dans la région supérieure droite du graphe (occurrence et fréquence élevées). En contre partie, les proies ne présentant pas de sélection spécifique, se trouvent dans la partie inférieure gauche du graphe (occurrence et fréquence faibles) (Fig 23).

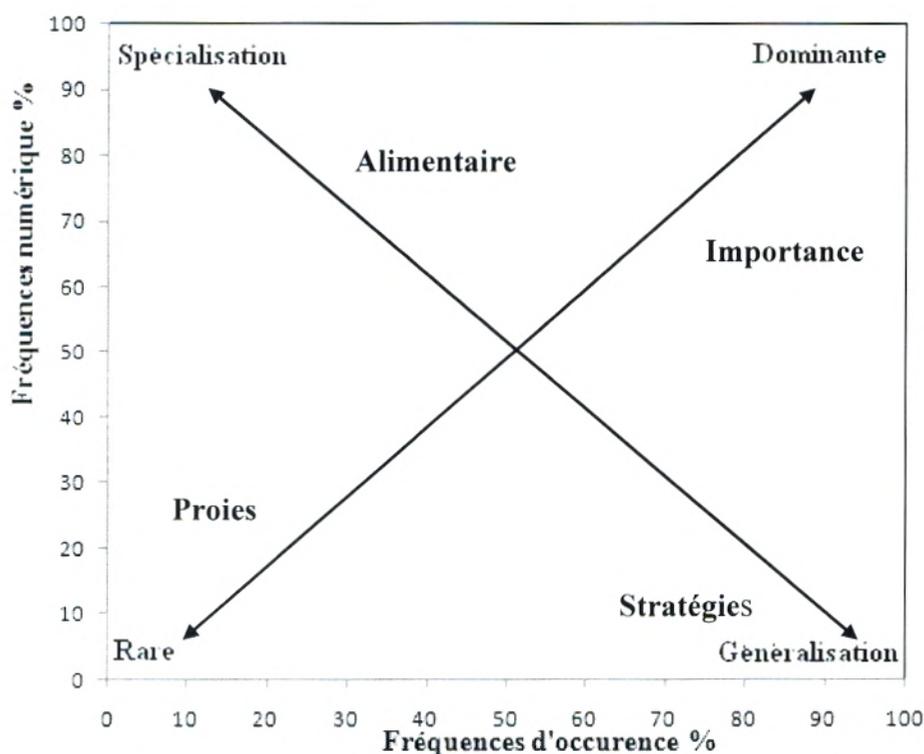


Figure 23 : Le diagramme théorique de **Costello (1990)** et son interprétation selon deux axes (la stratégie alimentaire et l'importance des proies).

f-Spectre d'alimentations :

- La. richesse spécifique (R_s), qui représente le nombre total d'espèces. Cet indice donne une idée sur la variété du régime alimentaire d'un poisson.
- L'indice de diversité de Shannon-Weaner (H' ; Shannon, 1949) permet de connaître la diversité des proies dans l'alimentation selon la formule :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

H' est maximal quand toutes les espèces sont également représentées dans les contenues stomacales considérées.

- L'indice de régularité de Pielou (1966), E (encore appelée par certains auteurs Equitabilité) :
$$E = H'/H_{MAX} = H'/\log_2 R_s$$

E traduit la qualité d'organisation d'une communauté, il vaut 0 quand une seule espèce domine et 1 quand toutes les espèces ont une même abondance.

- L'indice de Levins est un indice de largeur de niche calculé grâce à la formule suivante :
$$B = 1 / (P_i^2)$$

2.4. Partie Dosage des métaux lourds :

2.4.1. Choix du matériel biologique :

Les phénomènes de pollution ont pris une importance de plus en plus grande sur les plans environnementaux, sanitaires et économiques.

Ces phénomènes entraînent des perturbations au niveau des êtres vivants (faune et flore) et des compartiments abiotiques (eau, sol, atmosphère).

Le choix s'est porté sur l'anchois *Engraulis encrasicolus* espèce très répandue dans les deux régions d'études (Béni-Saf et Ghazaouet). Son importance commerciale et sa disponibilité, font qu'elle est considérée comme un aliment de choix pour de nombreuses populations côtières, et que les poissons sont des capteurs de polluants en général car ils sont situés en bout de chaîne alimentaire.

2.4.2. Choix des contaminants :

Dans cette série d'analyse nous nous intéressons à sept éléments traces métalliques : **Pb, Cd, Zn, Ni, Fe, Cr, Cu** ces éléments ont des propriétés toxiques, Ils ont des effets multiples sur l'écosystème, surtout marin. Ils ne sont pas toujours éliminés par processus naturels, mais sont concentrés dans la flore, la faune et les sédiments.

2.4.3. Mode opératoire

- **Nettoyage des instruments :**

Les métaux lourds se trouvent à l'état de traces dans le milieu environnant.

Une contamination des échantillons est plus que probable si les conditions optimales d'hygiène et de propreté de tout instrument et de verrerie pendant le traitement et le stockage des échantillons, ne sont pas réunies (**Canesi et al, 1998**)

Avant toute manipulation du matériel biologique, tous les instruments doivent être nettoyés successivement avec des détergents, puis trempés dans l'eau acidulée (solution d' HNO_3) pendant une nuit et rincés à l'eau distillée.

2.4.4. Principe de la minéralisation:

Le but de la minéralisation des organes est :

- d'éliminer l'action perturbatrice du substrat protéique,
- d'ioniser les métaux,
- d'assurer la concentration des métaux.

2.4.5. Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons par voie sèche (Fig. 24):

a-Séchage à l'étuve :

Après la décongélation des anchois et après avoir enlevé les écailles à l'aide d'un scalpel, des échantillons de filets et des branchies ont été pesés (3 à 4 grammes) et placés dans l'étuve à une température de 110°C pendant 3 heures.

b-Réduction en cendres :

Une fois l'étape de séchage terminée, nous les plaçons dans un four à moufle, d'abord pendant 15 minutes à 450°C , puis ils sont humectés avec l'acide nitrique et replacés dans le four à 350°C pendant 1 heure et 30 minutes.

c-Filtration et mise en solution :

Les cendres obtenues sont filtrés par une solution d'acide nitrique. Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique à 1 % et conservé au frais dans des godets étiquetés jusqu'à l'analyse par spectrophotomètre d'absorption atomique. (**Calapaj, 1978**).

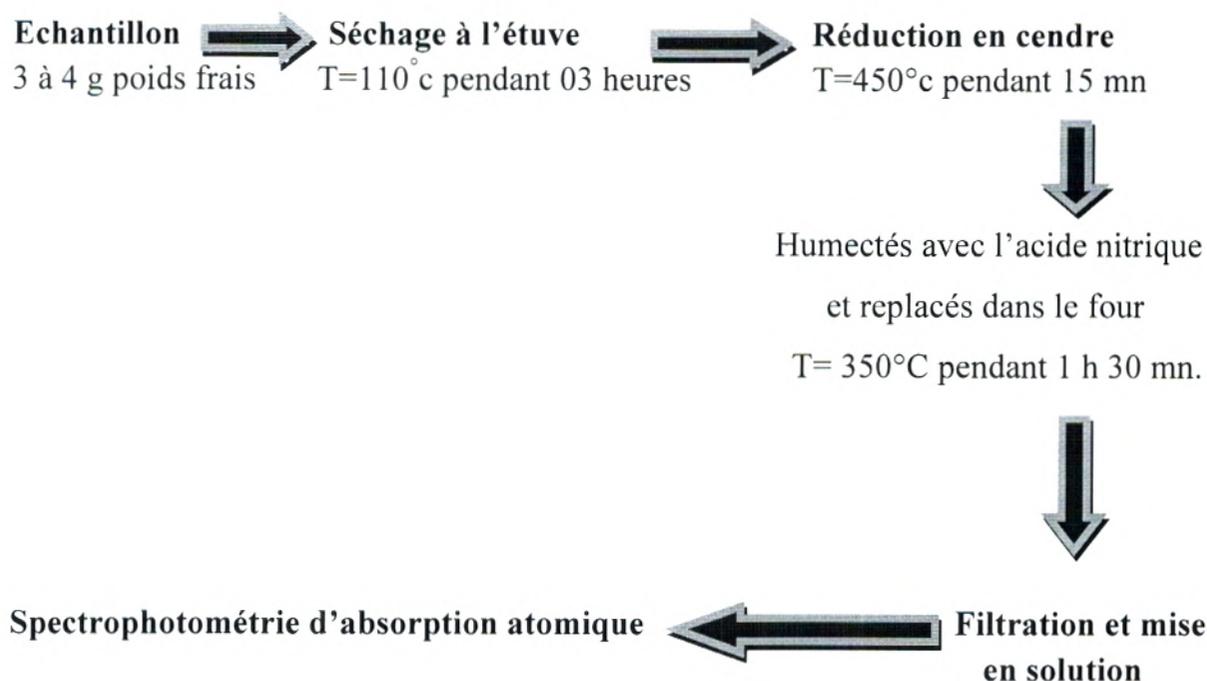


Figure 24 : Protocole expérimental adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche.

2.4.6. Dosage des métaux lourds par spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF) :

Le dosage des métaux étudiés (Fe, Ni, Zn, Cd, Cu, Cr et Pb) a été réalisé par la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAF). Cette analyse a été effectuée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité (ALZING) de Ghazaouet.

a- Principe :

Proposée par WALSH en 1995, la spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux. Elle est basée sur la propriété des atomes de l'élément qui peuvent absorber des radiations de longueur d'onde déterminée.

La solution de l'élément à analyser est nébulisée dans une flamme, ce qui provoque successivement l'évaporation du solvant, la vaporisation de l'élément sous forme de combinaisons chimiques, la dissociation de ces combinaisons avec production d'atomes libres à l'état fondamental.

La vapeur est alors exposée à une radiation produite par un élément identique à celui à analyser.

L'absorption de la radiation est proportionnelle à la concentration de la vapeur atomique selon la loi de Beer-Lambert suivant :

$$A = \varepsilon \cdot L \cdot C$$

A : absorbance (sans unité)

ε : coefficient d'absorption moléculaire ($\text{l.mole}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ ou $\text{cm}^2.\text{mole}^{-1}$) ou coefficient d'extinction molaire.

L : trajet optique (cm)

C : concentration de la substance dans la solution (mole/l).

b- Appareillage :

L'appareil de mesure comporte cinq constituants (Fig.25) :

- Source de radiation : émettant le spectre de l'élément à analyser, lampe à cathode creuse comportant,
 - Une cathode cylindrique creuse contenant un élément identique à celui à analyser,
 - Une anode de zirconium,
 - Une atmosphère de gaz inerte sous pression réduite,
 - Dispositif d'atomisation : c'est un dispositif des productions de vapeur atomique comportant successivement,
 - Un nébulisateur (a) produisant sous l'action d'un gaz carburant : air (b), un aérosol de la solution à analyser.
 - Une chambre de nébulisation (c) dans laquelle a lieu le mélange de l'aérosol avec le gaz carburant : acétylène (d).
 - Un brûleur (e) où la flamme air-acétylène atteint la température de 2300°C .
 - Monochromateur : est destiné à définir la sélection de la longueur d'onde émise modifiée par la traversée au niveau du brûleur.

- Enregistrement : constitué par un photomultiplicateur associé à un amplificateur linéaire ou logarithmique, fournit la vapeur de l'absorption.
- Afficheur de l'absorbance.

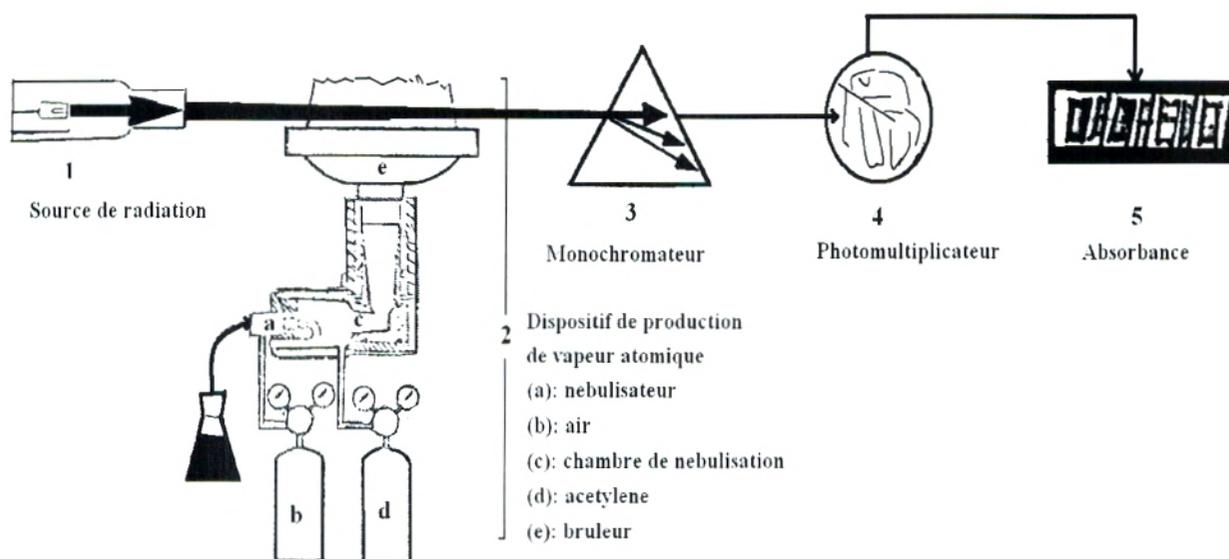


Figure 25 : Schéma de principe d'un spectrophotomètre d'absorption atomique.

c- Propriété de l'appareil de mesure (ALZINC) :

L'appareil utilisé est de type **AURORA AI 1200** (2008).

Tableau III-2 : Les longueurs d'ondes des différents métaux.

Eléments	Raie principale (nm)
Cadmium	228,8
Cuivre	324,7
Fer	248,3
Plomb	283,3
Zinc	213,9
Nickel	232
Chrome	357,9

d- Calcul des concentrations :

La concentration du métal dans l'échantillon est exprimée en mg/kg :

$$C = \frac{C_1 \times V}{P \times D}$$

C : Concentration finale de l'échantillon en mg/kg.

C₁ : Concentration de la solution d'échantillon en mg/l.

V : Volume final de la solution de minéralisation en ml (25 ml).

P : prise ou masse d'échantillon en g.

D : Facteur de dilution en ml (pour nos échantillons ce facteur est égale à 1 ml).

3. L'analyse statistique :

Dans ce travail nous avons utilisé pour l'analyse statistique de nos résultats le Test de **Student** à un intervalle de confiance 95%, pratiqué à l'aide du logiciel « **MINITAB, version 12** » dans la partie biométrique et par un autre logiciel « **R., version 2.8.0** » dans la partie dosage des métaux lourds.

Le test de **Student** est un test paramétrique qui compare la moyenne observée d'un échantillon statistique à une valeur fixée, ou encore la probabilité observée d'un caractère à une probabilité théorique.

CHAPITRE IV

RESULTATS & DISCUSSION

1- BIOMETRIE :

Les populations d'anchois présentent des caractéristiques biologiques et morphologiques qui ne sont pas les mêmes dans toutes les régions.

Des différences dans les proportions du corps ont pu être mises en évidence, ce qui a permis à **Fage (1920)** de séparer l'Anchois, *Engraulis encrasicolus*, en deux grandes races: une race atlantique et une race méditerranéenne présentant chacune des caractères morphologiques différents. Par la suite, la plupart des auteurs qui ont travaillé sur cette espèce, en particulier **Alexandrov (1927)**, **Arne (1931)**, **Furnestin (1945)**, **Navaz (1948)**, **Arrignon (1966)**, **Quinard et al, (1973)**, **Schevchenko (1980)**, **Ba Ibrahima (1988)**, **Hemida (1987)** et **Junquera et al, (1993)** ont eu recours à ces variations morphologiques pour distinguer les différentes races et populations locales.

Une étude des principaux caractères morphologiques les plus utilisés comme critère de distinction devrait permettre de vérifier si les anchois capturés à l'extrême ouest algérien (Ghazaouet, Béni-Saf) peuvent être considéré comme une race à part ou s'ils doivent être rattaché à l'une des races déjà définies.

1.1-Caractères méristiques:

1.1.1. Nombre de vertèbres

Nous avons compté le nombre de vertèbres de 100 individus pour la zone de Ghazaouet. Le nombre de vertèbres varie entre 44 et 47, avec une classe modale pour le nombre 45.

Les effectifs et les fréquences par nombre de vertèbres sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1: La répartition des individus en fonction de nombre de vertèbres.

Nombres d'individus	3	47	41	9
Nombre de vertèbres	44	45	46	47

Au niveau de la baie de Ghazaouet, on remarque un dimorphisme sexuel au niveau de nombre de vertèbres, où on trouve les mâles avec une moyenne de 45,28, qui est légèrement inférieure à celle des femelles 45,85. D'après **Quinard et al, (1973)**, l'existence d'un dimorphisme sexuel chez l'anchois, au niveau du nombre des vertèbres, a été signalé par différents auteurs. Pour certains les mâles ont une moyenne vertébrale inférieure à celles des femelles tandis que d'autres ont mis en évidence le phénomène inverse.

Les variations du nombre de vertèbres selon les classes de taille (Tableau IV-2), ne semblent pas évoluer avec la taille du poisson. Cela nous ramène à la même explication donnée par **Letaconnoux (1945)**, que le nombre de vertèbres est en relation avec une variabilité phénotypique qui serait déterminée par des paramètres externes, notamment la température au premier stade du développement embryonnaire.

D'après **Hemida (1987)**, le nombre de vertèbres est en relation inverse avec les courants Atlantiques : il augmente à la diminution de l'influence du courant Atlantique. Il est généralement admis que la moyenne vertébrale varie d'une façon inverse avec la température et d'une manière directe avec la salinité.

La moyenne vertébrale de Ghazaouet (45,56) est comparable avec ceux rapportés par **Hemida (1987)** dans la baie d'Alger (45,83).

Tableau IV-2: les variations de nombre de vertèbres en fonction de la taille d'anchois pour les deux sexes.

Région Taille	Ghazaouet	
	Mâles	Femelles
10-12	44,8	45,83
12-14	45,26	45,55
14-16	45,8	45,76
16 >	/	46,26
Moyenne par sexe± IC	45.28±0,29	45.85± 0,15
Moyenne± IC	45,56 ± 0,14	

Le Tableau (IV-3), regroupe les différences dans les moyennes vertébrales du littoral Maghrébin et le résultat obtenu dans la présente étude.

Tableau IV-3: les différences dans les moyennes vertébrales du littoral Maghrébin.

Régions	Moyenne vertébrale
Ghazaouet (présente étude)	Femelles : 45,85 Males : 45,28 Moyenne : 45.56
Bejaia (Abbas .L et Abbas .A, 2008)	Femelles : 45,22 Males : 45,21 Moyenne : 45,21
Annaba (Abbas .L et Abbas .A, 2008)	Femelles:44,96 Males : 44,96 Moyenne : 44,96
Oran (Arrignon, 1966)	Femelles 45,61 Males : 45,57
Alger (Hemida, 1987)	45,83
Béni Saf (Kadri, 1988)	45,68
Tabarka (Quignard et al, 1973)	45,84
Tunis (Quignard et al, 1973)	Femelles : 45,39 Males : 45,35
Sfax (Quignard et al, 1973)	Femelle : 45,56 Males : 45,39

Selon les résultats obtenus dans la présente étude, et par adoption de la classification de **Fage (1920)**, on peut dire que l'anchois de Ghazaouet appartient à la race Méditerranéenne Occidentale.

1.1.2. Nombre de rayons des nageoires.

a-Nombre de rayons de la nageoire dorsale :

Pour la région de Ghazaouet, la moyenne est de 14,75, les limites de variation s'étendent entre 13 et 16, avec une classe modale de 15. Les résultats sont regroupés dans le Tableau suivant :

Nombre de rayons	13	14	15	16	moyenne	effectifs
Nombre d'individus	2	13	34	4	14,75	53

Les fluctuations de la moyenne des rayons de la nageoire dorsale ne semblent pas suivre un facteur géographique en méditerranée soit 13,1 dans le Golfe de Lion, 13,3 dans les Baléares, 13,1 en mer noire (**Fage, 1911**), 15,19 dans le Golfe de Naples (**Dulzetto, 1938**), 15,32 dans le Golfe de Lion (**Vidalis, 1949**), 15,25 à Tabarka (**Quinard et al, 1973**) et 14,48 dans la région d'Alger, (**Hemida, 1987**).

Nos résultats sur cette zone avec une moyenne de 14,75 semblent confirmer cette hypothèse.

b-Nombre de rayons de la nageoire anale :

Les limites de variations sont de 16 à 20 rayons, avec une classe modale de 17 et une moyenne de 17,6.

Nombre de rayons	16	17	18	19	20	moyenne	effectifs
Nombre d'individus	3	24	19	5	2	17,6	53

Nos résultats sur la moyenne des rayons à la nageoire anale sont comparables à ceux de **Quinard et al, (1973)**, sur les différentes zones de la côte tunisienne (Tabarka: 17,28, T u n i s : 17,99, Sfax: 18,19). Nos résultats présentent des variations avec ceux cités par **Hemida, (1987)** dans la baie d'Alger avec une moyenne de 16,5.

1.2. Les caractères morpho-métriques :

1.2.1. Les différents indices

Après avoir effectué toutes les mesures nécessaires (LT, LF, LS, LD, LA, LC) sur chaque poisson, nous avons calculé les indices suivants : indice céphalique (IC), indice pré-dorsal (ID) et l'indice pré-anal (I.A).

Les effectifs d'anchois sont de 611 pour la zone de Ghazaouet, 323 pour Béni Saf et les résultats sont rapportés dans les tableaux (IV-7 et IV-11).

D'autre part, dans tous les calculs, les valeurs individuelles ont été regroupées par moyenne et par classe de taille de 0.5 cm.

1) La baie de Ghazaouet :

a-Indice Céphalique :

Tableau IV-4 : Indice céphalique moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet :

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles +Femelles
9,5-10	20,892	20,061	20,476
10-10,5	20,223	20,368	20,295
10,5-11	20,297	20,213	20,255
11-11,5	20,021	19,922	19,971
11,5-12	19,490	19,676	19,583
12-12,5	19,944	19,838	19,891
12,5-13	19,582	19,78	19,681
13-13,5	19,844	19,693	19,768
13,5-14	19,966	19,372	19,669
14-14,5	19,904	19,725	19,814
14,5-15	20,045	19,551	19,798
15-15,5	19,827	19,670	19,748
15,5-16	19,612	19,599	19,605
16-16,5	19,913	19,587	19,750
16,5-17	/	19,636	19,636
Nombre Individus	319	292	611
Moyenne	19,91	19,8	19,83
Ecart type	0,6	1,17	0,96

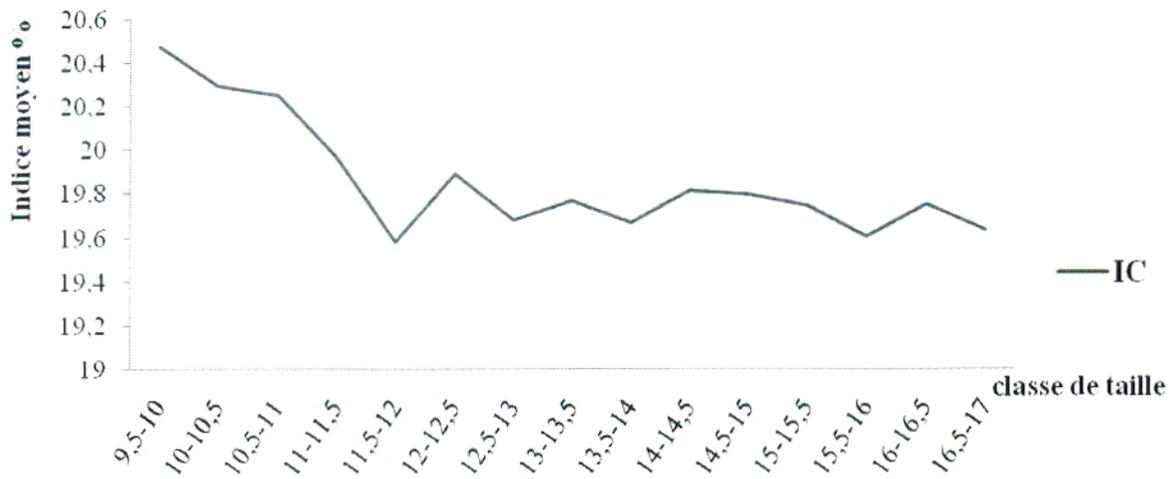


Figure 26 : Indice moyen céphalique des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet.

L'indice céphalique, même s'il ne présente pas d'importantes variations surtout dans les classes de taille de 12 cm à 16,5cm, il semble en relation inverse avec la taille.

Ces variations rejoignent celles de **Arne (1931)**, **Furnestin (1945)**, (**Furnestin et Coupe, 1948**), **Arrignon (1966)**, **Schevchenko (1980)** et **Ba Ibrahima (1988)**, dans les différentes études effectuées en Méditerranée et dans l'Océan Atlantique (Fig. 26).

b. Indice pré-dorsal :**Tableau IV-5 :** Indice pré-dorsal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet :

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles+Femelles
9,5-10	42,596	41,751	42,173
10-10,5	42,129	42,725	42,427
10,5-11	42,128	41,864	41,996
11-11,5	41,808	41,689	41,748
11,5-12	41,025	42,033	41,529
12-12,5	42,193	42,151	42,172
12,5-13	41,408	42,655	42,031
13-13,5	41,771	42,724	42,247
13,5-14	42,494	42,216	42,355
14-14,5	42,114	42,514	42,314
14,5-15	42,555	42,349	42,452
15-15,5	42,596	42,628	42,612
15,5-16	42,538	43,228	42,883
16-16,5	43,684	42,894	43,289
16,5-17	/	43,444	43,444
Nombre Individus	319	292	611
moyenne	42,25	42,37	42,32
Ecart type	1,11	2,81	2,11



Figure 26 : Indice moyen pré-dorsal des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet.

Pour cet indice, dans la baie de Ghazaouet on remarque une légère croissance de ce dernier (Fig. 27), ce qui rapproche nos résultats de ceux observés par (**Furnestin et Coupe 1948**), pour l'anchois du Maroc et pour l'anchois de l'Oranie (**Arrignon, 1966**), qui ont trouvé que l'indice pré-dorsal croît avec la taille.

c. Indice pré-anal :

Tableau IV-6 : Indice pré-anal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet :

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles +Femelles
9,5-10	56,795	56,21	56,502
10-10,5	56,724	56,643	56,683
10,5-11	57,408	58,135	57,771
11-11,5	56,892	57,469	57,180
11,5-12	56,24	57,109	56,674
12-12,5	57,347	56,802	57,074
12,5-13	57,148	57,305	57,226
13-13,5	57,526	57,264	57,395
13,5-14	57,200	57,424	57,312
14-14,5	57,794	58,288	58,041
14,5-15	57,833	58,349	58,091
15-15,5	57,914	58,391	58,152
15,5-16	57,738	58,671	58,204
16-16,5	59,434	58,685	59,059
16,5-17	/	59,601	59,601
Nombre Individus	319	292	611
Moyenne	57,55	57,9	57,72
Ecart type	1,26	1,33	1,3

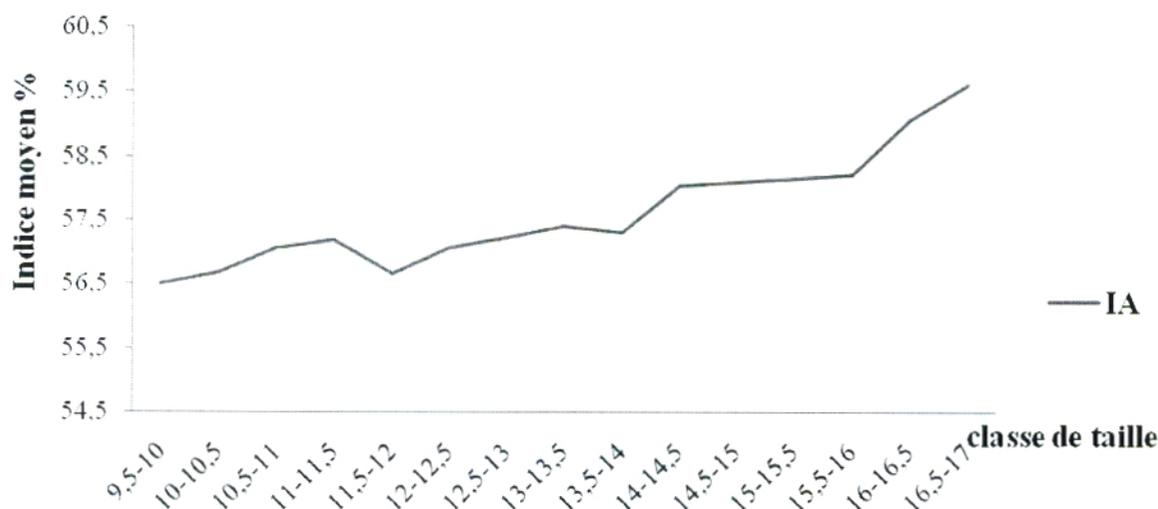


Figure 28: Indice moyen pré-anal des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet.

La moyenne est de 57,59. Pour cet indice on remarque une légère croissance de ce dernier avec la taille des individus. Ce résultat confirme ceux de **Furnestin (1945)** sur les populations du Golfe de Gascogne et de **Furnestin et Coupe (1948)** sur l'anchois du Maroc. Ces études avaient montré une augmentation de l'indice pré-anal avec la taille (Fig. 28).

Tableau IV-7: Indices métriques moyens par classes de taille des anchois pour la région de Ghazaouet :

Sexes Classe de taille	Moyen d'indice Céphalique	Moyen d'indice pré-dorsal	Moyen d'indice pré-anal
9,5-10	20,476	42,173	56,502
10-10,5	20,295	42,427	56,683
10,5-11	20,255	41,996	57,771
11-11,5	19,971	41,748	57,180
11,5-12	19,583	41,529	56,674
12-12,5	19,891	42,172	57,074
12,5-13	19,681	42,031	57,226
13-13,5	19,768	42,247	57,395
13,5-14	19,669	42,355	57,312
14-14,5	19,814	42,314	58,041
14,5-15	19,798	42,452	58,091
15-15,5	19,748	42,612	58,152
15,5-16	19,605	42,883	58,204
16-16,5	19,750	43,289	59,059
16,5-17	19,636	43,044	59,601
Nombre d'individus total	611	611	611
Moyenne	19,83	42,32	57,72
Ecart type	0,96	2,11	1,3

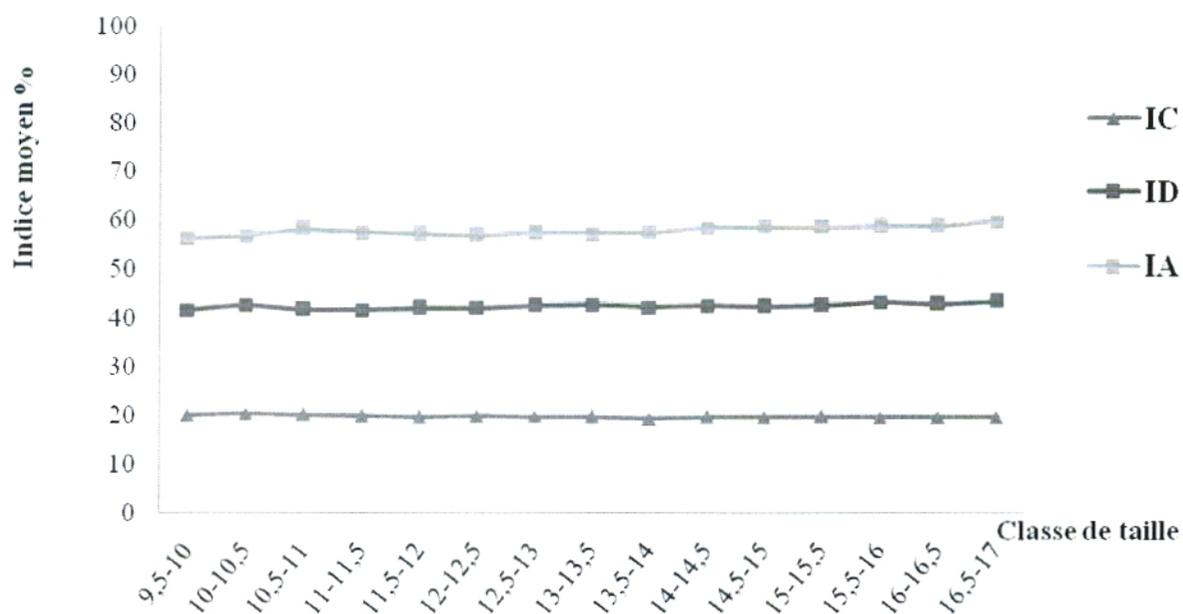


Figure 29 : les indices métriques moyens d’anchois en fonction de la taille dans la baie de Ghazaouet

2) La baie de Béni-Saf

a. Indice céphalique :

Tableau IV-8 : Indice céphalique moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni-Saf (sauf les individus dont les sexes sont non identifiés):

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles+Femelles
9,5-10	/	20,512	20,512
10-10,5	/	20,192	20,192
10,5-11	/	/	/
11-11,5	19,469	20,720	20,094
11,5-12	20,169	19,327	19,748
12-12,5	20,048	19,983	20,016
12,5-13	19,847	19,807	19,827
13-13,5	19,509	19,894	19,702
13,5-14	19,483	19,709	19,596
14-14,5	19,761	20,229	19,995
14,5-15	19,716	19,742	19,729
15-15,5	19,657	19,403	19,530
15,5-16	19,497	19,715	19,606
16-16,5	19,631	19,135	19,383
16,5-17	19,161	19,369	19,265
Nombre d'individus	143	131	274
Moyenne	19,82	19,77	19,81
Ecart type	0,49	0,55	0,5

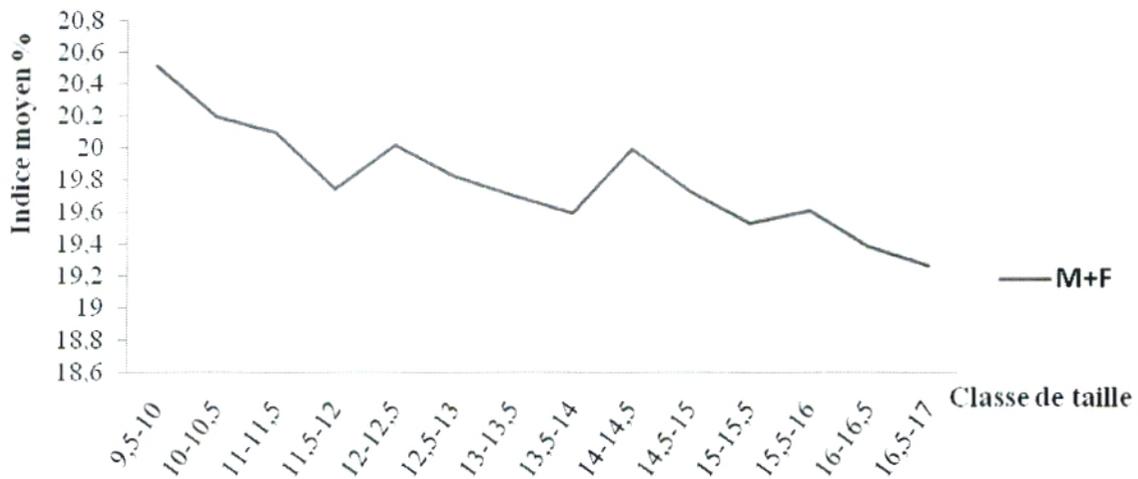


Figure 30: Indice moyen Béni Saf (sauf les individus dont les sexes sont non identifiés).

L'indice céphalique dans la région de Béni Saf, d'une moyenne de 19,8, comme celui de Ghazaouet décroît avec la taille, Ce résultat confirme ceux qui ont été signalé par **Arne (1931)**, **Furnestin (1945)**, (**Furnestin et Coupe 1948**), **Arrignon (1966)**, (**Shevchenko 1980**), et **Ba Ibrahima (1988)**, dans les différentes études effectuées en Méditerranée et en Océan Atlantique. (Fig. 30).

b. Indice pré-dorsal :

Tableau IV-9 : Indice pré-dorsal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni Saf (sauf les individus dont les sexes sont non identifiés):

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles+Femelles
9,5-10	/	42,051	42,051
10-10,5	/	41,346	41,346
10,5-11	/	/	/
11-11,5	42,035	41,891	41,963
11,5-12	42,036	42,016	42,026
12-12,5	41,474	41,864	41,669
12,5-13	41,690	41,646	41,668
13-13,5	41,728	41,441	41,584
13,5-14	41,863	42,728	42,296
14-14,5	42,167	42,575	42,371
14,5-15	43,415	42,863	43,139
15-15,5	42,850	41,962	42,406
15,5-16	42,894	42,889	42,891
16-16,5	42,752	44,197	43,475
16,5-17	43,712	43,391	43,552
Nombre d'individus	143	131	274
Moyenne	41,89	42,09	41,98
Ecart type	1,12	1,44	0,98

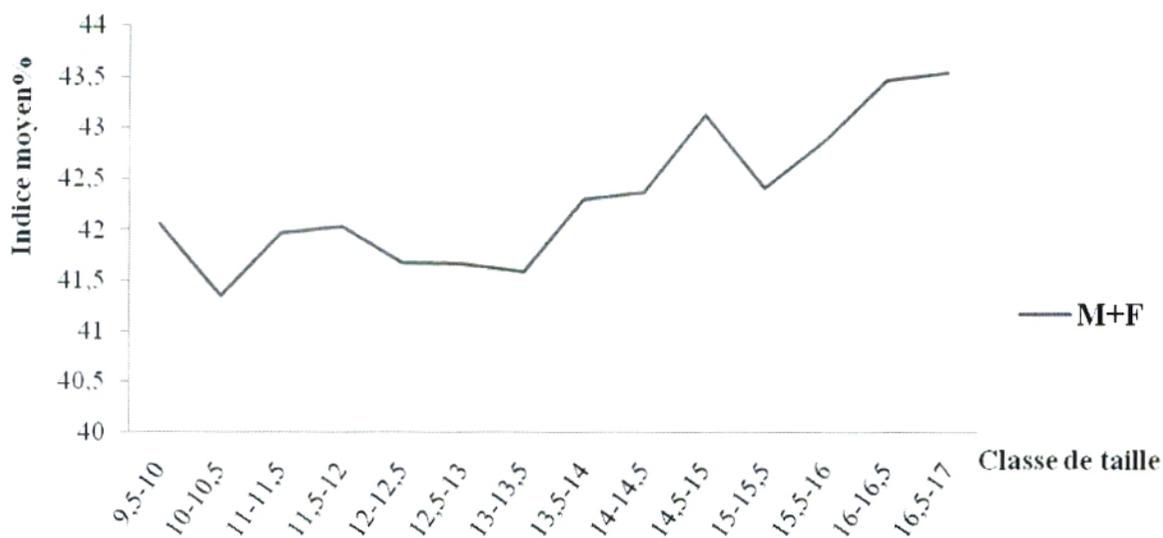


Figure 31: Indice moyen pré-dorsal des mâles et des femelles dans la baie de Béni Saf (sauf les individus dont les sexes sont non identifiés).

Pour cet indice, dans la baie de Béni Saf, on remarque une légère croissance de ce dernier (Fig. 31), ce qui rapproche nos résultats de ceux observés par (**Furnestin et Coupe 1948**), pour l'anchois du Maroc et **Arrignon (1966)** pour l'anchois de l'Oranie, qui ont trouvé que l'indice pré-dorsal croît avec la taille.

c. Indice pré-anal :

Tableau IV-10 : Indice pré-anal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni Saf (sauf les individus dont les sexes sont non identifiés):

Sexes Classe de taille	Mâles	Femelles	Mâles+Femelles
9,5-10	/	57,435	57,435
10-10,5	/	55,769	55,769
10,5-11	/	/	/
11-11,5	57,522	57,657	57,589
11,5-12	57,962	57,142	57,552
12-12,5	57,635	58,054	57,845
12,5-13	57,742	57,625	57,684
13-13,5	58,239	57,131	57,685
13,5-14	57,338	56,725	57,032
14-14,5	58,603	59,488	59,045
14,5-15	58,473	58,414	58,444
15-15,5	57,895	57,701	57,798
15,5-16	58,668	58,148	58,408
16-16,5	58,991	59,876	59,433
16,5-17	59,281	60,361	59,821
Nombre d'individus	143	131	274
Moyenne	57,74	57,7	57,72
Ecart type	1,42	1,14	1,37

Tableau IV-11: Indices métriques moyens par classes de taille des anchois pour la région de Béni Saf (plus les individus dont les sexes sont non identifiés) :

Indice métrique Classe de taille	Moyen d'indice Céphalique	Moyen d'indice pré-dorsal	Moyen d'indice pré-anal
7-7,5	20	41,428	57,142
7,5-8	20,737	41,475	56,743
8-8,5	20,408	42,496	57,623
8,5-9	19,886	40,340	57,954
9-9,5	19,148	41,489	56,914
9,5-10	20,154	41,637	57,442
10-10,5	19,90	41,261	56,070
10,5-11	19,626	42,616	57,289
11-11,5	19,944	41,963	57,440
11,5-12	19,690	41,918	57,659
12-12,5	20,016	41,669	57,845
12,5-13	19,827	41,668	57,684
13-13,5	19,702	41,584	57,685
13,5-14	19,596	42,296	57,032
14-14,5	19,995	42,371	58,045
14,5-15	19,729	43,139	58,444
15-15,5	19,530	42,406	58,593
15,5-16	19,606	42,891	58,408
16-16,5	19,383	43,475	59,433
16,5-17	19,265	43,552	59,821
Nombre d'individus	323	323	323
Moyen	19,81	41,98	57,72
Ecart type	0,5	0,98	1,37

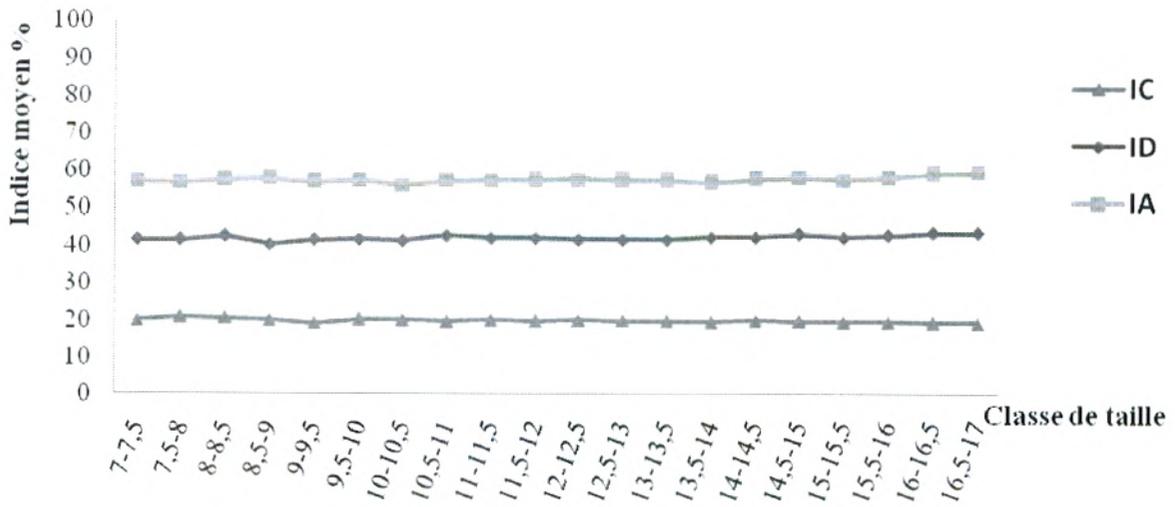


Figure 33: Les indices métriques moyens d’anchois en fonction de la taille dans la baie de Béni Saf.

3) Comparaison des indices métriques entre les deux sexes :

Tableau IV-12 : la comparaison entre les différents indices étudiés dans les deux régions en fonction du sexe.

Région d'étude	Indices	Indice Céphalique	Indice Pré-dorsal	Indice pré-anal
	Caractères			
Ghazaouet	Mâles	19,91±0,6	42,25±1,11	57,55±1,26
	Femelles	19,8±1,17	42,37±2,81	57,9±1,33
	Différence à 95 %	P=0,11	P=0,28	P=0,3
Béni Saf	Mâle	19,82±0,49	41,89±1,12	57,74±1,42
	Femelle	19,77±0,55	42,09±1,44	57,7±1,14
	Différence à 95 %	P=0,24	P=0,9	P=0,55

N b : P probabilité de rejet : Si $P < 0.05$ la différence est significative.

Si $P \geq 0.05$ la différence est non significative (voir annexe).

Pour tous ces caractères, aucune variation significative d'un sexe à l'autre n'est observée. Nos résultats sont comparables avec ceux de **Ba Ibrahima, 1988** pour l’anchois de la Mauritanie, par contre à **Furnestin (1945)** et **Furnestin et Coupe**

(1948) qui trouvent que les anchois mâles avaient une tête plus longue et un indice pré-anal plus élevé que chez les femelles.

4) Comparaison des indices métriques entre les deux régions.

Dans cette partie, la comparaison est faite dans le but d'établir une échelle de variation de ces indices.

Afin de réaliser la comparaison la plus juste possible, on a sélectionné uniquement les classes de taille disponibles dans tous les échantillons (Tableaux IV-13)

Tableau IV-13: Comparaison des indices métriques moyens entre les régions étudiées en fonction de la taille de l'anchois.

Indice/Région classe de taille	Ghazaouet			Béni Saf		
	I C M	I P-D M	I P-A M	I C M	I P-D M	I P-A M
9,5-10	20,476	42,173	56,502	20,154	41,637	57,442
10-10,5	20,295	42,427	56,683	19,90	41,261	56,070
10,5-11	20,255	41,996	57,771	19,626	42,616	57,289
11-11,5	19,971	41,748	57,180	19,944	41,963	57,440
11,5-12	19,583	41,529	56,674	19,690	41,918	57,659
12-12,5	19,891	42,172	57,074	20,016	41,669	57,845
12,5-13	19,681	42,031	57,226	19,827	41,668	57,684
13-13,5	19,768	42,247	57,395	19,702	41,584	57,685
13,5-14	19,669	42,355	57,312	19,596	42,296	57,032
14-14,5	19,814	42,314	58,041	19,995	42,371	58,045
14,5-15	19,798	42,452	58,091	19,729	43,139	58,444
15-15,5	19,748	42,612	58,152	19,530	42,406	58,593
15,5-16	19,605	42,883	58,204	19,606	42,891	58,408
16-16,5	19,750	43,289	59,059	19,383	43,475	59,433
16,5-17	19,636	43,044	59,601	19,265	43,552	59,821
Moyenne	19,83	42,32	57,72	19,81	41,98	57,72
Ecart Type	0,96	2,11	1,3	0,5	0,98	1,37

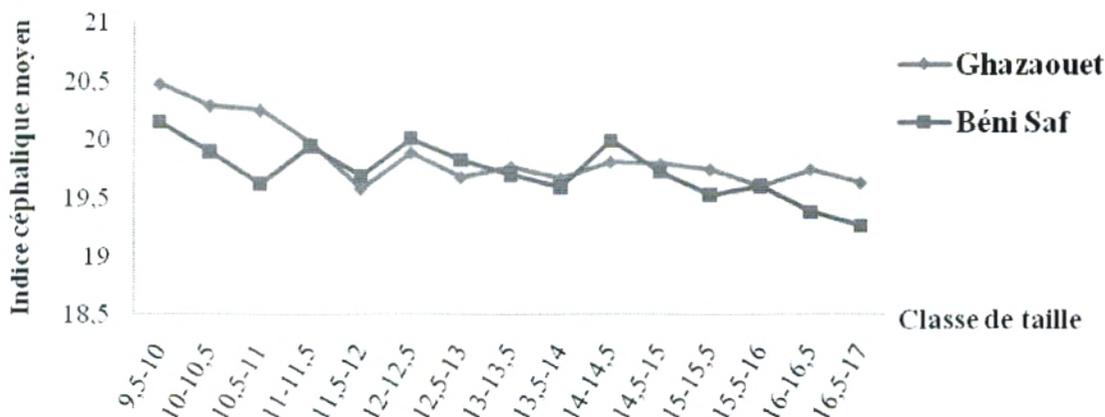


Figure 34 : Indice moyen céphalique pour les deux régions d'étude.

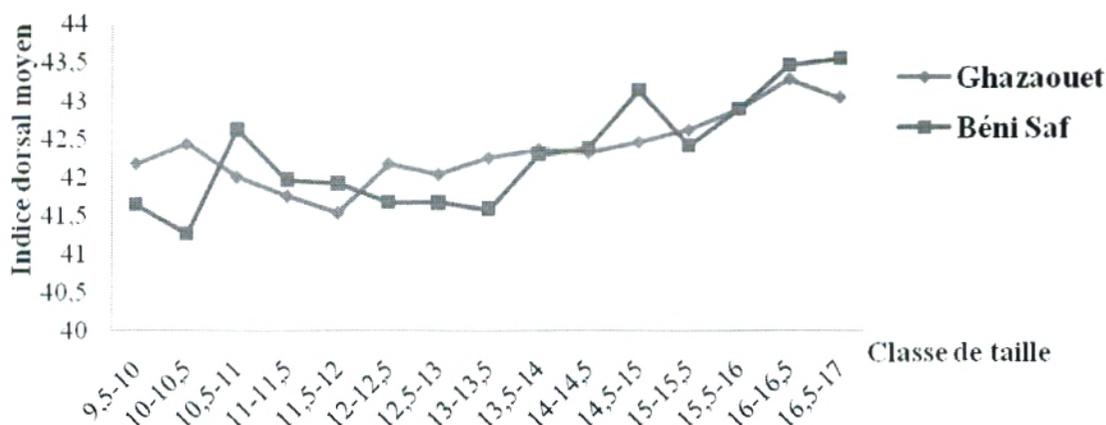


Figure 35 : Indices moyens pré-dorsaux pour les deux régions d'étude.

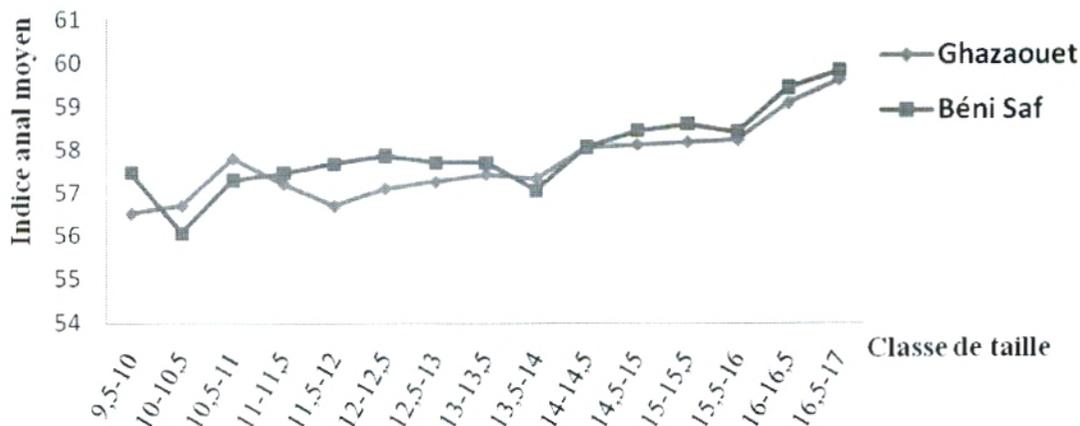


Figure 36 : Indices moyens pré-anaux pour les deux régions d'étude.

La comparaison entre les deux régions d'après les figures (34, 35 et 36), nous a permis de dire que les différents indices étudiés ne présentent aucun changement d'une région à une autre.

5) Comparaison avec d'autres résultats :

Tableau IV-14: Valeurs moyennes des caractères métriques d'anchois observé dans différentes régions du monde:

Régions	Indices métriques	Indice céphalique	Indice pré-dorsal	Indice pré-anal
Mer d'Azov (Alexandrov, 1927)		25,6 ± 0,31	50,9 ± 0,51	68,1 ± 0,69
Mer Noire (Fage, 1911)		25,2 ± 0,21	51,3 ± 0,60	68,2 ± 0,79
Mer Adriatique (Schevchenko, 1980)		24,9 ± 0,82	50,6 ± 0,38	66,9 ± 0,47
Baléares (Fage, 1911)		23,2 ± 0,82	50,6 ± 0,61	68,2 ± 0,96
Golfe de Lion (Fage, 1911)		23,9 ± 0,33	50,1 ± 0,38	68,1 ± 0,61
Golfe de Gascogne (Furnestin, 1945)		21,3 ± 0,76	42,5 ± 0,76	55,8 ± 0,49
Maroc (Furnestin et Coupe 1948)		22,7 ± 0,21	42,5 ± 0,42	54,5 ± 0,82
Mauritanie (Ba Ibrahima, 1988)		23,7 ± 0,26	44,2 ± 0,26	58,2 ± 0,26
Golfe d'Annaba (Abas L et abas A, 2008)		21,05 ± 0,16	43,33 ± 0,14	59,31 ± 0,21
Golfe de Bejaia (Abas L et abas A, 2008)		20,59 ± 0,16	42,71 ± 0,23	57,44 ± 0,37
Région de Ghazaouet (Présente étude)		19,83 ± 0,96	42,32 ± 2,11	57,72 ± 1,3
Région de Béni Saf (Présente étude)		19,81 ± 0,5	41,98 ± 0,98	57,72 ± 1,37

La comparaison entre les différentes valeurs moyennes des caractères métriques d'anchois observées dans les différentes régions du monde nous montre que ces dernières sont variables.

1. 3. Conclusion

L'ensemble des comparaisons réalisées durant ce travail nous amène à la conclusion suivante :

L'anchois *Engraulis encrasicolus* (L ,1758) est représenté par deux grandes races : la race Atlantique et la race Méditerranéenne. Au sein de chaque race on définit un ensemble de groupes ou populations caractérisés par des critères métriques et méristiques qui les différencient des autres groupes. De ce fait l'anchois de l'extrême Ouest algérien appartient à la race Méditerranéenne (Fage, 1920).

La moyenne vertébrale calculée place l'anchois de Ghazaouet avec une moyenne de 45.56 dans le groupe Occidentale.

Les moyennes des rayons de la nageoire dorsale et anale pour l'anchois de Ghazaouet sont les suivants :

- la nageoire dorsale **14,75** ; la nageoire anale **17,6**.

Les fluctuations de la moyenne des rayons de la nageoire dorsale et annale ne semblent pas suivre un facteur géographique en méditerranée.

Et nos résultats pour les indices métriques pour les anchois de la baie de Ghazaouet et de celles de Béni Saf nous montrent que :

- L'indice céphalique à une relation inverse avec la taille quelle que soit la région ;
- L'indice pré-dorsal croît avec la taille des individus pour les deux régions ;
- L'indice pré-anal croît aussi avec la taille de l'anchois quelle que soit la région.

Pour tous ces caractères métriques, aucune variation significative d'un sexe à l'autre n'est observée. La comparaison entre les deux régions, montrent que les différents indices étudiés ne présentent pas un grand changement d'une région à une autre.

2- REPRODUCTION :

2.1-Le rapport Gonado-Somatique R.G.S :

a- Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique :

Tableau IV-15: les moyennes mensuelles du RGS de l'anchois de chaque station d'étude.

Mois \ RGS moyen	Station de Ghazaouet	Station de Béni Saf
Juillet	6,378	6,14
Aout	6,382	/
Septembre	6,238	5,56
Octobre	4,973	5,48
Novembre	4,969	4,68
Décembre	4,527	/

*l'absence des données sur le RGS pour l'anchois de Béni Saf durant deux mois, justifiée par l'absence de l'échantillon d'anchois au mois d'Août et au mois de décembre nous n'avons pas pu peser les gonades (petits individus).

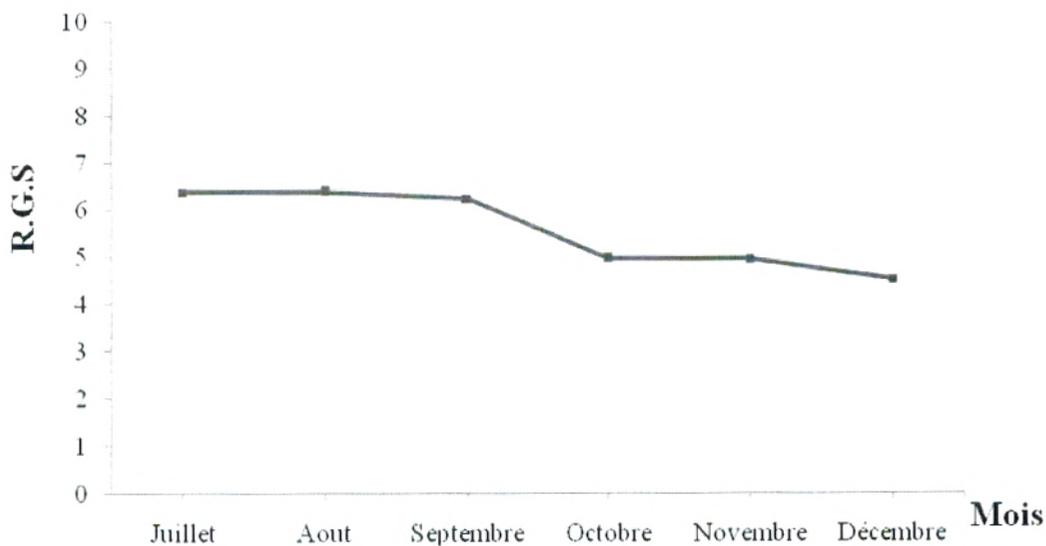


Figure 37 : Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS %) moyen de l'anchois dans la région de Ghazaouet.

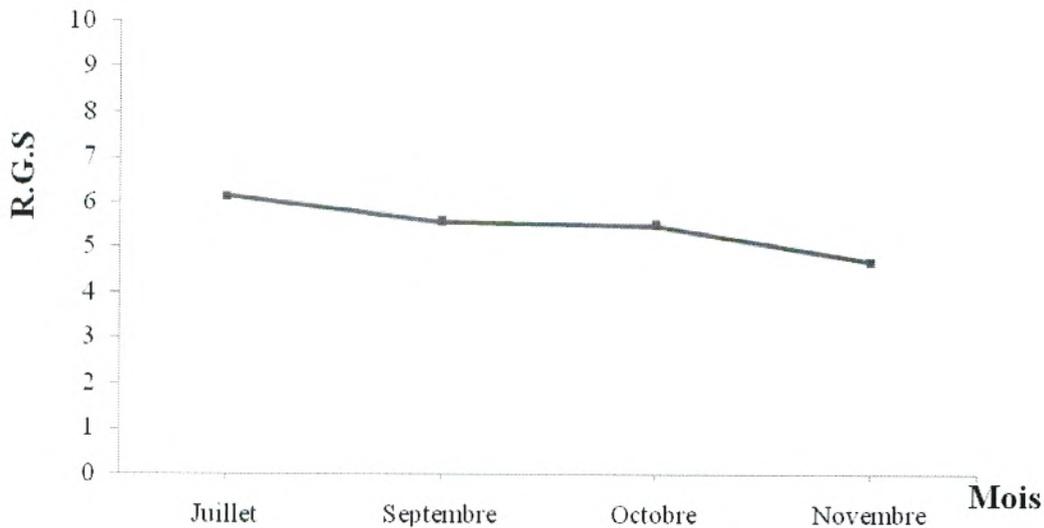


Figure 38 : Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS %) moyen de l'anchois dans la région de Béni Saf.

Nous pouvons suivre sur les figures 37 et 38 les variations mensuelles du rapport gonado-somatique. Ces figures montrent des valeurs élevées de cet indice en juillet, août et septembre pour l'anchois de la baie de Ghazaouet et pour Béni Saf c'est le mois de juillet (RGS plus de 6%), pour les autres mois les valeurs de RGS sont légèrement basses par rapport aux mois de juillet, août et septembre.

2.2- Sex-ratio :

La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. En dynamique des populations, la connaissance du sex-ratio d'un stock reproducteur permet, en liaison avec d'autres facteurs, l'évaluation de la fécondité potentielle de ce stock. (**Kartas et Quignard., 1984**).

Le comportement reproducteur se traduit par une ségrégation des mâles et des femelles prêts à se reproduire à l'écart des bancs. Ces "bancs de frai" sont très vulnérables à la capture et contiennent une majorité de mâles. Les femelles sont également plus vulnérables à l'approche de la ponte que pendant les autres stades du cycle ovarien (**FAO, 2005**).

Le calcul a été fait pour les deux zones considérées sur un ensemble de 272 individus pour Béni Saf, dont 132 femelles et 140 mâles et un autre ensemble de 614

pour Ghazaouet ou nous avons 324 mâles et 290 femelles. Nous avons pu déterminer le sex-ratio global, mensuel et par classe de taille.

a- Sex-ratio global:

Nous avons déterminé le sex-ratio mensuel puis nous avons déterminé la valeur globale pour toute la période d'étude (juillet-décembre) pour chaque station.

Tableau IV-16: Sex-ratio global pour l'anchois de Béni Saf et Ghazaouet.

Régions	Ghazaouet		Béni Saf	
	Effectif	Pourcentage+I C	Effectif	Pourcentage +I C
Mâles	324	52,76 ± 3,94	140	51,47 ± 5,93
Femelles	290	47,24 ± 3,94	132	48,53 ± 5,93
Total	614	100%	272	100%

D'après le tableau IV-16, nous constatons que le sex-ratio globale est en faveur des mâles dans les deux régions pendant la période d'étude (juillet jusqu'à décembre) ; avec 52,76% mâles et 47,24% femelles dans la région de Ghazaouet et dans la région de Béni Saf, il est de 51,47% mâles et de 48,53% femelles. La différence de sex-ratio entre les deux sexes est due à la biologie de l'espèce d'une part et d'autre part à l'engin utilisé. Effectivement, les mâles de l'anchois restent plus longtemps sur les lieux de ponte en raison de l'émission graduelle de leurs produits sexuels (**Kartas et Quignard., 1984**). Cependant, cette valeur globale est à prendre avec précaution car le sex-ratio varie en fonction du mois de capture et de la taille des individus. En effet, la dominance des femelles ou des mâles est variable d'un mois à l'autre et d'une classe de taille à l'autre.

La comparaison avec des observations effectuées dans d'autres régions du monde montre que, même si le rapport des sexes varie d'une étude à l'autre, il semble que dans les populations d'*Engraulis encrasicolus*, les femelles sont dans la plupart des cas mieux représentées que les mâles comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau IV-17 : comparaison du Sex-ratio de la population d'*Engraulis encrasicolus* dans différentes régions.

Régions	N I	% Mâles	% Femelles	Références
Golfe de Gascogne	447	53,00	47,00	Furnestin, 1945
Côtes d'Oranie (Algérie)	4958	47,90	52,10	Arrignon, 1966
Golfe de Gascogne	1483	46,30	53,70	Cort et al, 1974
Mer Cantabrique	5703	47,23	52,77	Cort, Cendrero et Iribar, 1977
Adriatique Centrale	465	46,70	53,30	Sinovicic, 1978
Côtes atlantiques du Maroc	918	45,50	54,50	Furnestin et Coupe, 1948
Côtes de Mauritanie	3817	43,02	56,98	Ba Ibrahima, 1988
Côte d'Alger	6546	40,8	59,2	Hemida, 1987
La baie de Ghazaouet (Algérie)	614	52,76	47,24	Présente étude
La baie de Béni Saf (Algérie)	272	51,47	48,53	Présente étude

b- Sex-ratio mensuel :

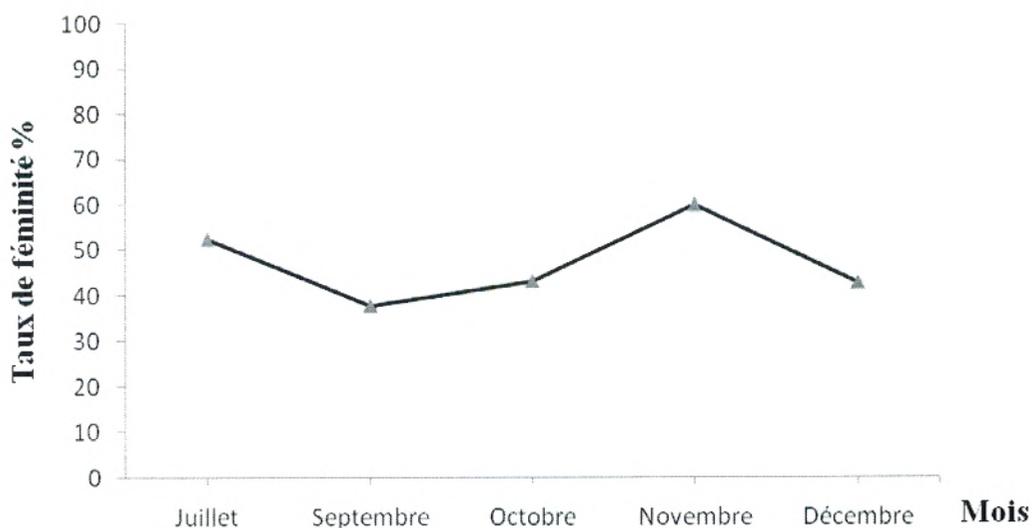


Figure 39: Evolution mensuelle du sex-ratio de l'anchois dans la région de Béni Saf.

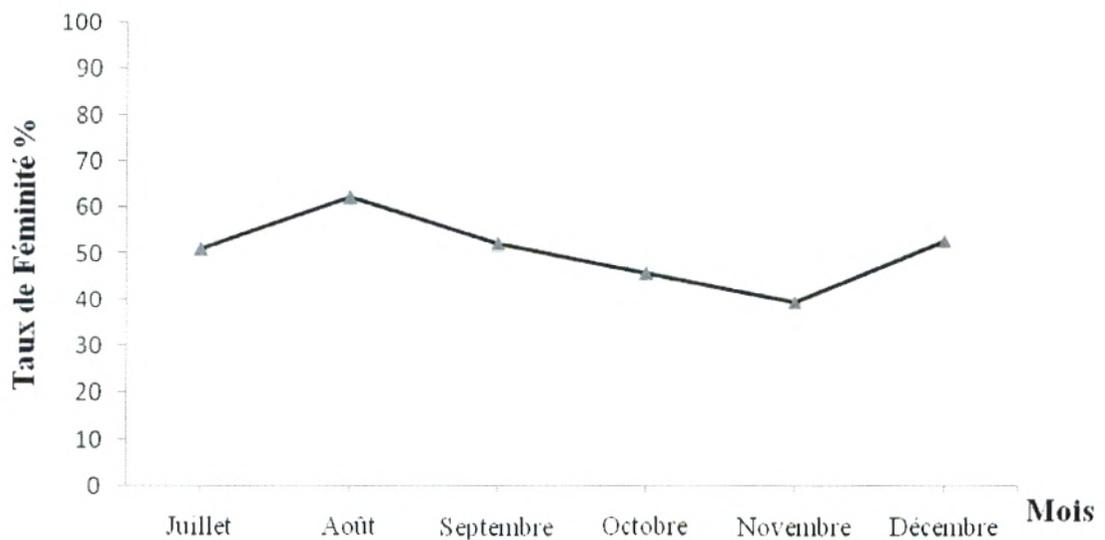


Figure 40 : Evolution mensuelle du sex-ratio de l'anchois dans la région de Ghazaouet.

Nous pouvons suivre sur les figures 39 et 40 les variations du taux de féminité (sex-ratio).

Les variations du sex-ratio au niveau de l'anchois de Béni Saf sont au de la de 50 % durant le mois de juillet (période de ponte) et commencent à diminuer pendant les mois de septembre à octobre puis reprennent leur élévation pendant le mois de novembre, finalement le sex-ratio marque encore sa diminution au mois de décembre.

Les variations du sex-ratio de l'anchois au niveau de Ghazaouet sont marquées par un pourcentage important (supérieur à 50 %) pendant le mois de juillet, août et septembre (période de ponte) et commencent à diminuer au fur et à mesure que l'on s'approche du mois d'octobre et novembre (période de recrutement) puis reprennent leur élévation vers plus de 50 % au mois de décembre.

c-Sex-ratio en fonction de la taille :

Les données de Béni Saf et de Ghazaouet sont regroupées respectivement dans le tableau IV-18 et 19, illustré par les figures 41 et 42. La répartition des sexes par classe de taille de 0.5 cm est exprimée par le pourcentage des femelles et des mâles.

Tableau IV-18: Les fréquences absolues et relatives des mâles et des femelles en fonction de la taille pour l'anchois de Béni Saf.

Paramètres Classe de taille	Effectif de Femelles	Effectif de Mâles	%Femelles	%Mâles
11-11,5	2	5	28,57	71,43
11,5-12	1	2	33,33	66,67
12-12,5	10	18	35,71	64,29
12,5-13	17	26	39,53	60,47
13-13,5	22	25	46,81	53,19
13,5-14	14	11	56,00	44,00
14-14,5	20	12	57,50	42,50
14,5-15	19	12	61,29	38,71
15-15,5	19	14	57,58	42,42
15,5-16	12	3	80,00	20,00
16-16,5	5	2	71,43	28,57

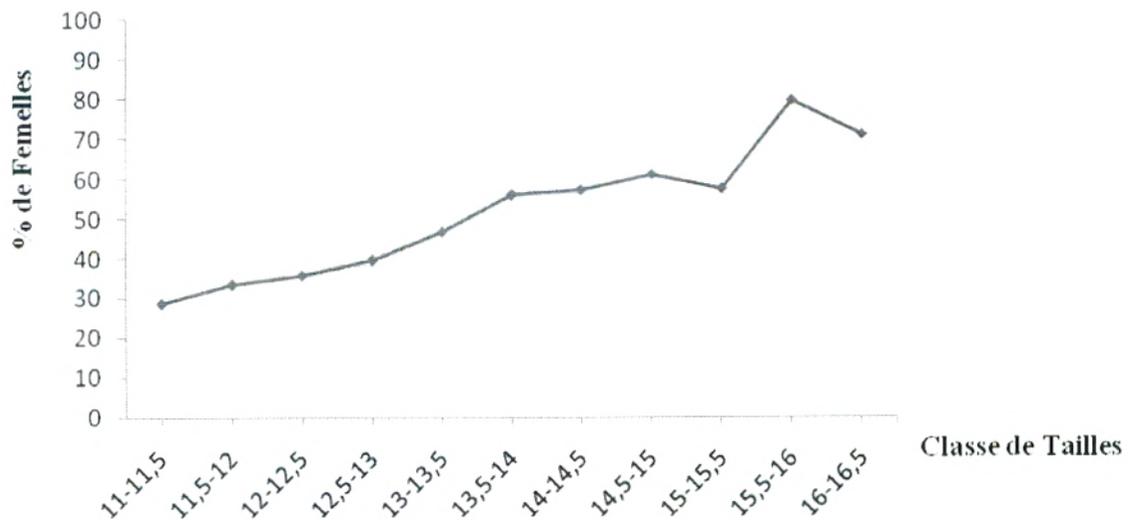


Figure 41: Sex-ratio en fonction de la taille pour l'anchois de Béni Saf.

Tableau IV-19: Les fréquences absolues et relatives des mâles et des femelles en fonction de la taille pour l’anchois de Ghazaouet.

Paramètres Classe de taille	Effectif de Femelles	Effectif de Mâles	%Femelles	%Mâles
9,5-10	4	6	40,00	60,00
10-10,5	21	15	41,67	58,33
10,5-11	18	14	43,75	56,25
11-11,5	10	15	40,00	60,00
11,5-12	10	26	27,78	72,22
12-12,5	20	25	44,44	55,56
12,5-13	21	17	55,26	44,74
13-13,5	21	28	42,86	57,14
13,5-14	27	38	41,54	58,46
14-14,5	33	35	48,53	51,47
14,5-15	32	30	51,61	48,39
15-15,5	31	50	52,27	47,73
15,5-16	25	13	65,79	34,21
16-16,5	16	6	72,73	27,27
16,5-17	6	0	100	0,00

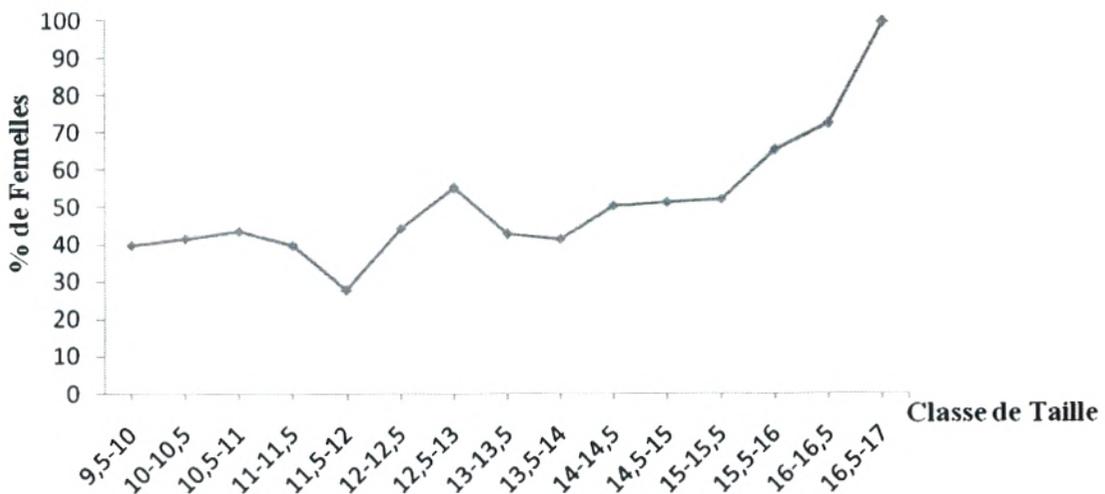


Figure 42: Sex-ratio en fonction de la taille pour l’anchois de Ghazaouet.

D'après la figure 40 le pourcentage des femelles de l'anchois dans la région de Béni Saf est inférieur à 50 % pour les classes de tailles comprises entre 11 à 13.5 cm, la dominance des femelles commence à partir de la classe de 13.5-14 jusqu'à la dernière classe de taille où elles atteignent un pourcentage de 100%.

La représentation graphique (Fig. 42) montre que le pourcentage des femelles au niveau de la baie de Ghazaouet est inférieur à 50% pour les classes de taille comprises entre 9.5 et 14 cm où nous remarquons la dominance des mâles par rapport aux femelles, par contre à partir de la classe de taille 14-14.5 jusqu'à 17 cm nous observons une nette dominance des femelles avec un pourcentage qui atteint 100%.

Le pourcentage des femelles croît avec la taille et cela pour l'anchois de Béni Saf et de Ghazaouet.

La supériorité numérique des femelles pour les grandes classes de taille est signalée par plusieurs auteurs (**Lucio et Uriarta, 1990 ; Giraldez ; Abad, 1995 ; Millan 1999 et Gaamour, 2004**). Elle paraît liée à la croissance plus rapide des femelles que les mâles.

2.3. Relation taille-poids par sexes:

Nous avons déterminé la relation taille-poids par sexe, de chaque région et les équations obtenues sont les suivantes :

➤ *Région de Ghazaouet :*

$$\text{Femelles : } W_t = 0.004 LT^{3.125}$$

$$\text{Mâles : } W_t = 0.0034 LT^{3.015}$$

➤ *Région de Béni Saf :*

$$\text{Femelles : } W_t = 0.005 LT^{2.92}$$

$$\text{Mâles : } W_t = 0.007 LT^{2.89}$$

La relation taille-poids montre une allométrie majorante ($b > 3$) pour les deux sexes de la région d'étude de Ghazaouet. Par contre pour l'anchois de Béni Saf cette relation montre une allométrie minorante pour les deux sexes.

Chez l'anchois de la région de Ghazaouet, le poids croît plus vite que la longueur et nous observons l'inverse pour l'anchois de la région de Béni Saf. Il convient de noter que les allométries observées sont faibles, les valeurs de « b » restant très proches de 3 surtout pour l'anchois de Ghazaouet.

Nos résultats concernant la relation taille-poids pour la région de Ghazaouet sont comparables avec ceux de **Hemida (1987)** pour l'anchois de la région d'Alger (Femelles : $W_t = 0.004 LT^{3.158}$; Mâles : $W_t = 0.005 LT^{3.056}$).

Pour la région de Béni Saf, nos résultats sont comparables avec ceux de **Kadri (1988)** qui a aussi travaillé sur l'anchois de cette région et il a trouvé les équations suivantes : (Femelles: $W_t = 0.0084 LT^{2.915}$; Mâles : $W_t = 0.007 LT^{2.972}$).

2.4. Conclusion :

Le suivi mensuel de RGS pour les deux zones d'études montre des pics de cet indice en juillet, août et septembre pour l'anchois de la baie de Ghazaouet et pour Béni Saf c'est le mois de juillet (RGS plus de 6%), pour les autres mois, les valeurs de RGS sont légèrement basses par rapport aux mois de juillet, août et septembre.

Le sex-ratio global est en faveur des mâles pour les deux régions, pendant toute la période d'étude. Cependant, cette valeur globale est à prendre avec précaution car le sex-ratio varie en fonction du mois de capture et de la taille des individus. En effet, la dominance des femelles ou des mâles est variable d'un mois à l'autre et le pourcentage des femelles croît avec la taille et cela pour l'anchois de Béni Saf et de Ghazaouet.

Selon la relation taille-poids, nous constatons pour les deux sexes que le poids de l'anchois de la région de Ghazaouet croît plus vite que sa longueur et nous observons l'inverse pour l'anchois de la région de Béni Saf.

3 - REGIME ALIMENTAIRE :

3.1 Résultats et interprétations:

Le régime alimentaire de cette espèce a fait l'objet de plusieurs études en Méditerranée occidentale dans le Golfe du Lion (France) **Plounevez et Champalbert (2000)**, une autre étude effectuée par ces deux auteurs en 1999 sur l'anchois du Golfe du Gascogne (côte atlantique, France) et en mer Catalane (Espagne) **Tudela et Palomera (1995 et 1997)**, en mer adriatique **Conway, et al. (1998)** (Italie). **Bulgakova (1993, 1996)** a effectué une étude sur l'anchois en mer noire (Russie).

Dans cette contribution à l'étude du régime alimentaire, certaines proies ont été déterminées jusqu'au niveau de l'espèce, d'autres ne l'ont été qu'au niveau du genre, de la famille, ordre ou super ordre ou indéterminés.

Au début de cette partie, il convient de donner une définition conventionnelle des termes groupe et ensemble. Un groupe désigne une ou des familles, appartenant généralement à la même classe ou au même embranchement, réunies par des critères anatomiques. Un ensemble contient un ou plusieurs groupes et peut désigner un embranchement ou une classe.

Deux ensembles ont été retenus ici : les Crustacés qui constituent une classe parmi l'embranchement des Arthropodes et le deuxième ensemble celui des Mollusques qui est un embranchement regroupant uniquement deux classes (Bivalves, Gastéropode).

Les groupes sont au nombre de neuf: Copépodes, Amphipodes, Euphausiacés, Brachyours, Larves de Décapodes, Mégalopes de crabes, Ostracode, Gastéropodes et Bivalves, ces derniers sont représentés dans le tableau IV-20.

Le régime alimentaire de l'anchois dans les deux régions d'étude met en évidence du point de vue quantitatif le premier ensemble qui est les crustacés avec un nombre de groupe plus élevé que celui de l'ensemble des Mollusques.

Les fréquences d'occurrence et les abondances relatives (fréquences numériques) ont été rapportées dans un tableau récapitulatif (Tab. IV-21).

Tableau IV-20: Composition qualitative (Ensembles/groupes) du régime alimentaire d'*Engraulis encrasicolus* de l'extrême Ouest algérien.

Ensembles	Groupes	Genres / Espèces
Crustacées	Copépodes	<i>Arietellus setosus</i>
		<i>Calocalanus sp</i>
		<i>Euchirella messinensis</i>
		<i>Centropages typicus</i>
		<i>Aetideus armatus</i>
		<i>Scolecithrix danae</i>
		<i>Microsetella rosea</i>
		<i>Coryceaus.sp</i>
		<i>Oncaea venusta</i>
		<i>Centropages chearchea</i>
		<i>Temora stylifera</i>
		<i>Scolecithrix brady</i>
		<i>Saphirina metalina</i>
		<i>Oncaea mediterranea</i>
		<i>Pleuromamma abdominalis</i>
		<i>Candacia longimana</i>
		Copépodes non identifiés
	Amphipodes	<i>Phrosina semilunata</i>
		<i>Hyperia schizogeneios</i>
		Hypiroide sp
		<i>Euprimno macropus</i>
		<i>Phronima atlantica</i>
		Amphipodes non identifiés
Larves de décapodes	/	
Ostracodes	/	
Euphausiacés	/	
Brachyours	/	
Mégalopes de crabes	/	
Mollusques	Gastéropodes	/
	Bivalves	/

*espèce indéterminées.

Tableau IV-21: Pourcentages d'occurrence (F%), numérique (N%) des proies identifiées dans les contenus stomacaux de l'anchois de l'extrême Ouest algérien (Béni Saf, Ghazaouet).

Région d'étude	Ghazaouet			Béni Saf		
Indices Groupes/Espèces	F%	N%	N	F%	N%	N
Copépodes	98	84,86	7431	100	84,42	5756
<i>Arietellus setosus</i>	2	0,01	1	2	0,01	1
<i>Calocalanus sp</i>	/	/	/	2	0,06	4
<i>Euchirella messinensis</i>	14	0,38	33	4	0,22	15
<i>Centropages typicus</i>	/	/	/	8	0,66	45
<i>Aetideus armatus</i>	54	2,30	201	24	0,54	37
<i>Scolecithrix danae</i>	42	0,92	81	68	4,30	293
<i>Microsetella rosea</i>	60	4,43	388	40	1,09	74
<i>Corycaeus.sp</i>	68	0,98	86	42	0,92	63
<i>Oncaea venusta</i>	78	2,63	230	50	1,03	70
<i>Centropages chiearchea</i>	34	1,70	149	54	6,66	454
<i>Temora stylifera</i>	68	2,68	235	54	11,26	768
<i>Scolecithrix brady</i>	22	0,13	11	38	1,22	83
<i>Saphirina metalina</i>	56	3,60	315	78	3,26	222
<i>Oncaea mediterranea</i>	98	27,93	2446	86	11,22	765
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	78	14,31	1253	90	6,85	467
<i>Candacia longimana</i>	100	17,59	1540	98	26,18	1785
Copépodes non identifiés	86	5,28	462	92	8,95	610
Amphipodes	56	5,32	466	76	8,15	557
<i>Phrosina semilunata</i>	40	3,56	312	42	4,96	338
<i>Hyperia schizogeneios</i>	52	1,16	102	62	2,32	158
<i>Hypiroide sp</i>	/	/	/	2	0,01	1
<i>Euprimno macropus</i>	2	0,01	1	2	0,01	1
<i>Phronima atlantica</i>	2	0,03	3	/	/	/
Amphipodes non identifiés	36	0,55	48	52	0,87	59
Larves de Brachyours	48	1,69	52	64	2,04	139
Zoé de brachyoure	46	1,55	136	64	1,77	121
Métazoé de brachyoure	12	0,14	12	12	0,26	18
Larves de décapodes	40	1,21	106	30	0,95	65
Ostracodes	54	0,65	57	42	1,16	79
Euphausiacés	20	3,75	328	12	0,31	21
Mégalopes de crabes	32	0,55	48	46	1,10	75
Gastéropodes	64	1,74	152	66	1,51	103
Bivalves	34	0,24	21	26	0,35	24

3.1.1 Coefficient de vacuité (CV) :

Le coefficient de vacuité (CV) qui représente le remplissage de l'estomac, a été estimé par le rapport du nombre d'estomacs vides sur le nombre total d'estomacs analysés. Il exprime la somme des anchois qui ont un estomac vide. La vacuité est de 15.96 % pour les deux zones (Ghazaouet, Béni Saf) analysées. De plus, l'indice de vacuité varie selon la zone géographique considérée, il est moins important à Ghazaouet par rapport à Béni Saf ;

- Ghazaouet : $V=12.28\%$

- Béni Saf : $V=19.35\%$

* le nombre d'estomacs vides pour Ghazaouet est égal à 7 et pour ceux de Béni Saf égal à 12.

3.1.2 Nombre moyen de proies par estomac :

Pour les 100 estomacs pleins analysés, nous avons dénombré 15577 proies soit une moyenne de 155.77 ± 27.42 proies par estomac. Le nombre moyen de proies par région : Béni Saf 136.36 proies et Ghazaouet 175.14 proies.

3.1.3 Analyse Quantitative :

a- Abondance relative en nombre :

C'est l'importance de la fréquence numérique des proies ingérées par l'anchois de chaque région, Les abondances relatives des différentes proies ingérées par l'anchois de Béni Saf et Ghazaouet on été représentées par les figures 43 et 44,

▪ *L'anchois de Béni Saf :*

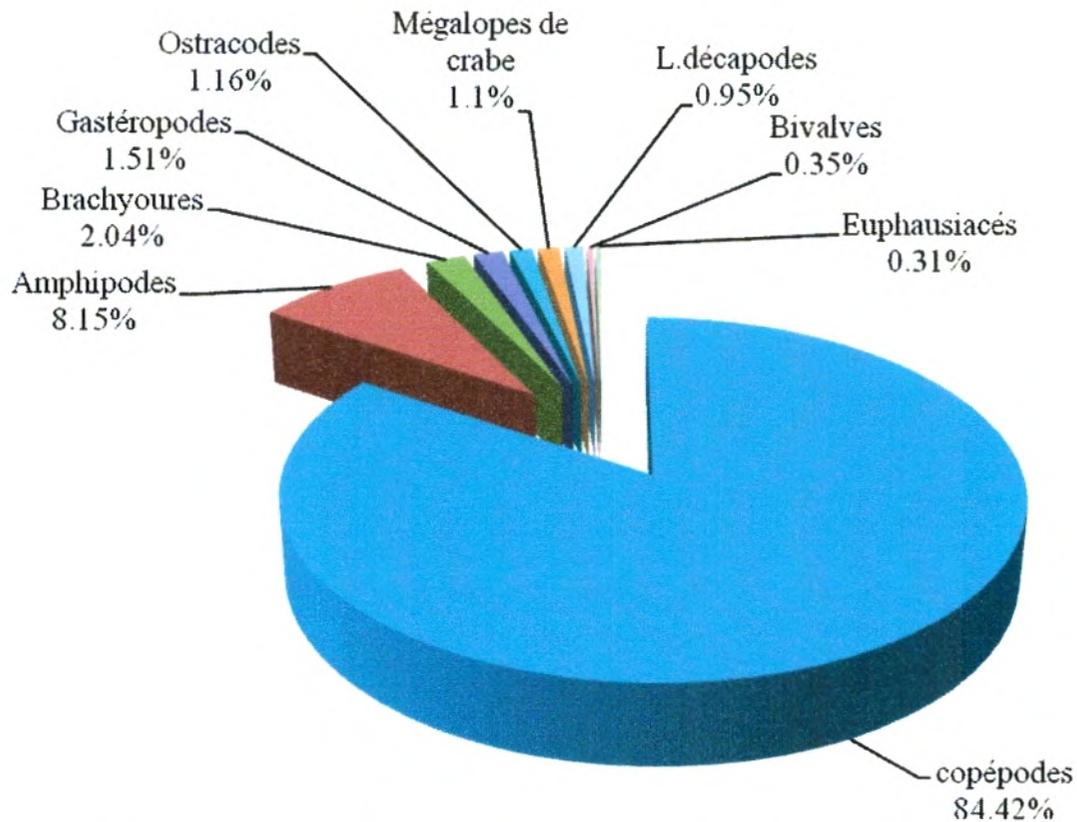


Figure 43: Abondances relatives de différentes proies ingérées par l'anchois de Béni Saf.

D'après les résultats de l'analyse des contenus stomacaux réalisés sur 50 estomacs pleins de cette région et selon la figure 43, nous constatons que chez les Crustacés, les Copépodes sont les plus abondants (84.42 %), puis nous avons en deuxième position les Amphipodes (8.15 %), pour le reste des crustacés l'indice numérique décroît respectivement de : Brachyours (larves de crustacés) avec (2.04%), Ostracodes (1.16 %), Mégalopes de crabes (larves de crustacés) (1.1 %), larves de Décapode (0.95 %) et les Euphausiacés (0.31 %).

-Les Copépodes sont représentés essentiellement par les espèces suivantes:

• *Candacia longimana* 26.18% et de *Temora stylifera* 11.26%, *Oncaea mediterranea* 11.22 %, *Pleuromamma abdominalis* 6.85 %, *Centropages chiearchea* 6.66 % du nombre total des individus consommés. Les autres espèces restantes ayant été considérées comme rares avec un indice numérique < 4.3 % (tab. IV-21).

-Les Amphipodes se composent de :

• *Phrosina semilunata* 4.96 %, et de *Hyperia schizogeneios* 2.32 % du nombre total des individus consommés. Les autres espèces ayant été rarement présentes dans le régime alimentaire d'anchois de cette région.

Le reste des proies ingérées est représenté par des larves de mollusques (Bivalves et Gastéropodes), l'abondance relative la plus importante est celle des Gastéropodes (1.51 %), les Bivalves sont rares: ils n'entrent que pour 0,35 % du nombre de proies observées dans le régime alimentaire d'*Engraulis encrasicolus* de cette région.

▪ **L'anchois de Ghazaouet :**

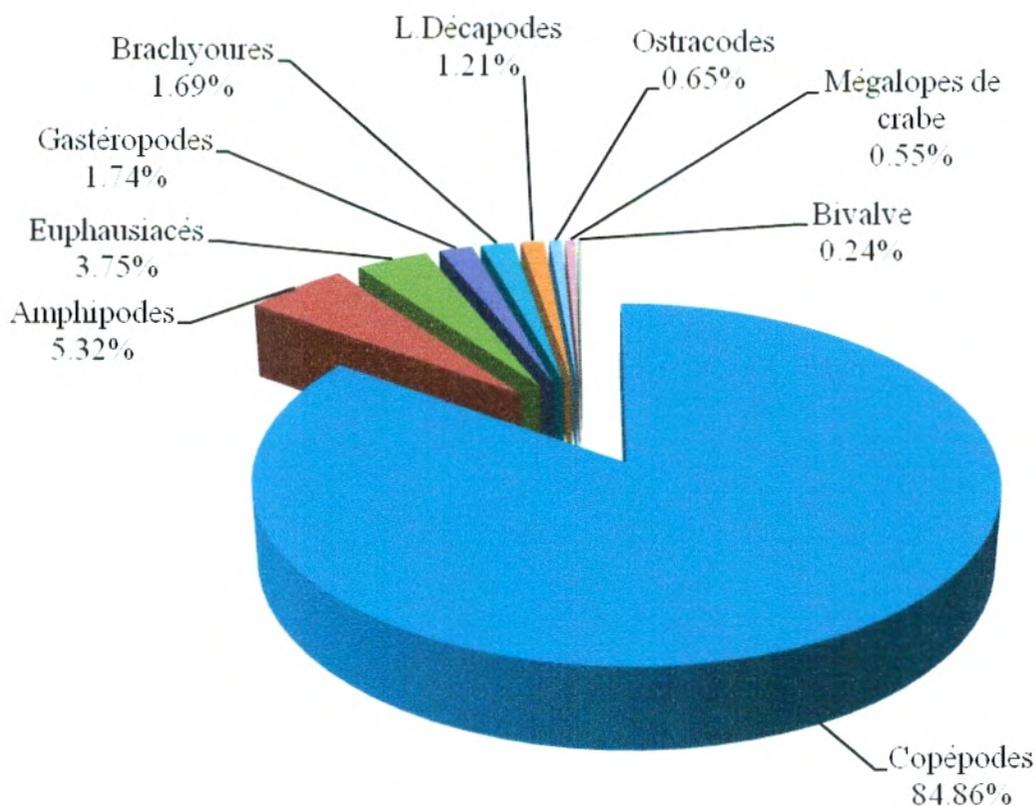


Figure 44 : Abondances relatives de différentes proies ingérées par l'anchois de Ghazaouet.

Les abondances relatives (N%) des différentes proies ingérées par l'anchois de Ghazaouet (Fig.44) indiquent que, chez les Crustacés, les Copépodes sont les plus abondantes (84.86 %), suivis des Amphipodes avec un pourcentage de 5.32 %, ensuite

les Euphausiacés (3.75 %), les Brachyours (1.69 %), les larves de Décapodes (1.21%), les Ostracodes (0.65 %) et enfin les Mégalopes de crabes (0.55 %).

-Les Copépodes se composent essentiellement de :

- *Oncaea mediterranea* 27.93 %, *Candacia longimana* 17.59 %, *Pleuromamma abdominalis* 14.31%, du nombre total des individus consommés. Les autres espèces restantes sont rarement observées avec un indice numérique < 3% (voir tableau IV-21)

-Les Amphipodes se composent de :

- *Phrosina semilunata* 3,56 %, et de *Hyperia schizogeneios* 1.16% du nombre total des individus consommés. Les autres espèces ayant été rarement présentes dans le régime alimentaire de l'anchois de cette région avec un indice de 0.03, 0.01 % respectivement pour *Phronima atlantica* , *Euprimno macropus*.

Les Mollusques formant le reste des proies ingérées, avec un indice numérique important pour les Gastéropodes (1.74 %), les Bivalves sont rares (0.24 %).

b- Les fréquences d'occurrence :

- *L'anchois de Béni Saf :*

Cet indice est calculé pour les différents groupes Copépodes (100%), Amphipodes (76%), Gastéropodes (66%), larves de Brachyours (64%), Mégalopes de crabes (46%), Ostracodes (42%), Larves de Décapodes (30%), Bivalves (26%) et les Euphausiacés (12%).

Dans le groupe des Copépodes les proies (espèces) les plus fréquemment observées sont représentées par le tableau IV-21. On trouve, *Candacia longimana* 98%, *Pleuromamma abdominalis* 90 %, *Oncaea mediterranea* 86 %, *Saphirina metalina* 78 %, *Scolecithrix danae* 68% ,*Temora stylifera* 54%, *Centropages chearchea* 54 % et *Oncaea venusta* 50 %.

Dans le groupe des Amphipodes les proies (espèces) les plus fréquemment observées, *Hyperia schizogeneios* 62 %, *Phrosina semilunata* 42 %.

- *L'anchois de Ghazaouet :*

Cet indice est calculé pour les différents groupes des proies ingérées par l'anchois de cette région, il décroît respectivement, des Copépodes 98%, Gastéropodes 64%,

Amphipodes 56%, ostracodes 54%, larves de brachyours 48%, Larves de décapodes 40%, Bivalves 34 %, Mégalopes de crabes 32 %, , Euphausiacés 20 %.

Dans le groupe des copépodes les proies les plus fréquemment observées sont représentées par le tableau IV- 21, ou on trouve *Candacia longimana* 100 %, *Oncaea mediterranea* ,98 %, *Pleuromamma abdominalis* et *Oncaea venusta* 78 %, *Corycaeus.sp* et *Temora stylifera* 68 %, *Microsetella rosea* 60%, *Saphirina metalina* 56 %, *Aetideus armatus* 54 %.

Dans le groupe des Amphipodes, les proies les plus fréquentes sont représentées par deux espèces *Hyperia schizogeneios* ,52 %, *Phrosina semilunata* 40 %

3.1.4 Comportement alimentaire de l'anchois selon différents indices:

a-Indice écologique :

Tableau IV-22: Les différents Indices écologiques calculés pour le régime alimentaire de l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf.

Indices Régions	Richesse taxonomique (S)	Indice de diversité (H')	Indice d'Equitabilité (E)	Largeur de la niche trophique (B)
Ghazaouet	28	3.49	0.72	7.06
Béni Saf	30	3.68	0.74	8.21

D'après le Tableau IV-22 la richesse taxonomique du régime alimentaire de l'anchois de Béni Saf est un peu supérieure à celle de l'anchois de la région de Ghazaouet. L'indice de diversité, Shannon-Weaner, montre que le régime alimentaire de l'anchois dans les deux stations est diversifié. Nous remarquons que l'Equitabilité de Béni Saf est légèrement supérieur à celle de Ghazaouet avec une marge de 0.19, impliquant une légère diversité du régime alimentaire de l'anchois de Béni Saf par rapport à celle de Ghazaouet.

Les valeurs de l'équitabilité indiquent que le peuplement consommé par l'anchois dans les deux stations est relativement équilibré car cet indice tend vers 1.

La largeur de la niche trophique de l'anchois de Béni Saf est légèrement plus importante que celle de Ghazaouet, les résultats de l'indice de diversité le confirment.

b- Représentation graphique de Costello (1990) :

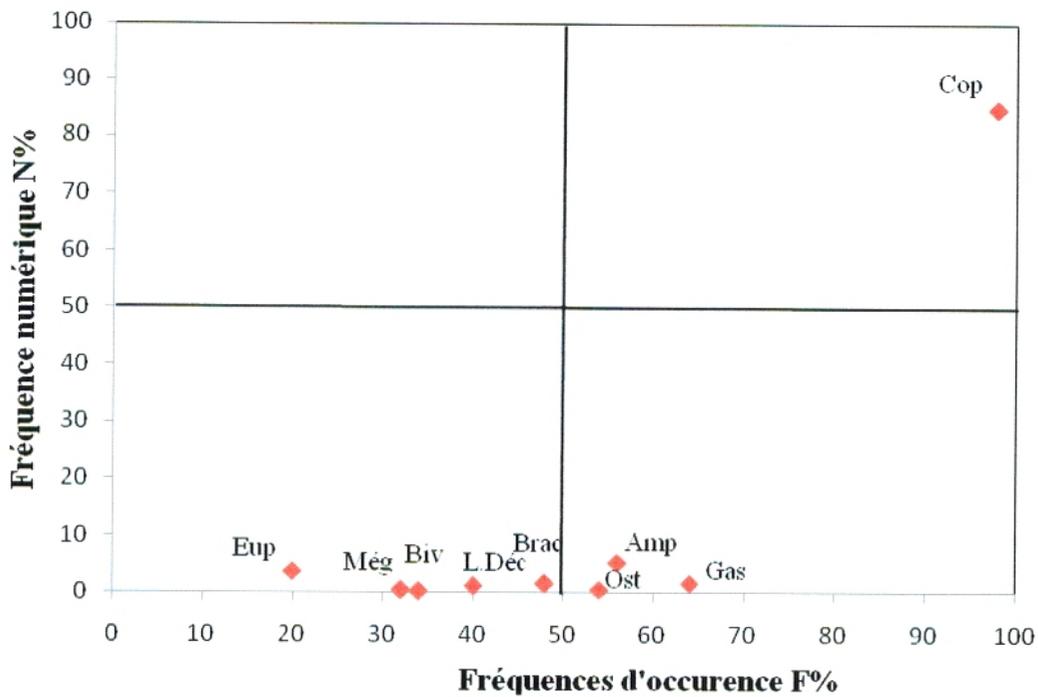


Figure 45 - Diagramme fréquence d'occurrence-numérique des grands groupes de proies chez l'anchois de Ghazaouet.

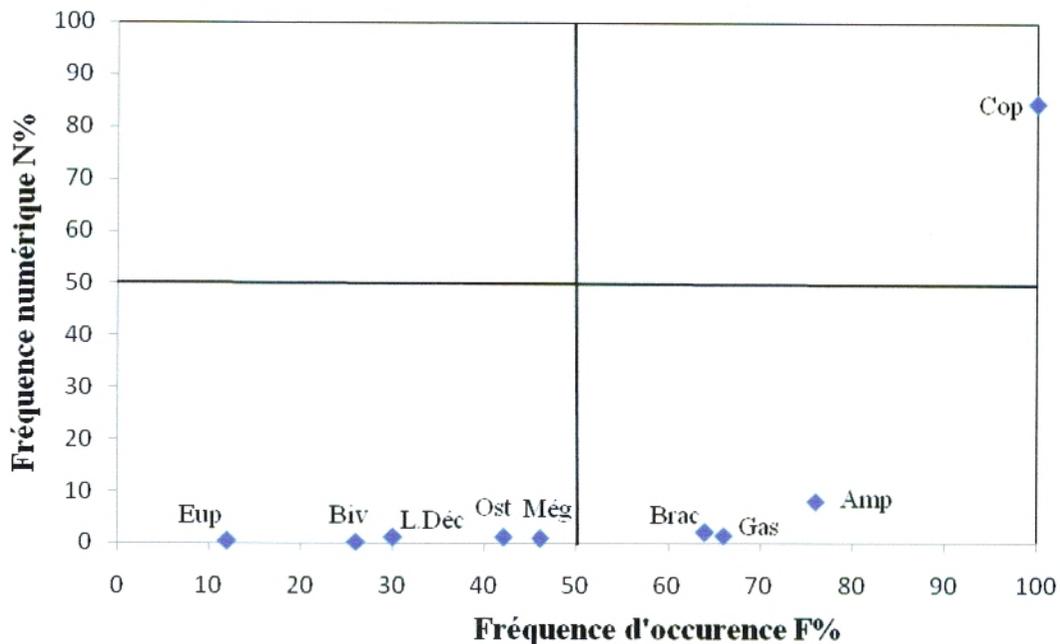


Figure 46 - Diagramme fréquence d'occurrence-numérique des grands groupes de proies chez l'anchois de Béni Saf.

La représentation graphique du pourcentage d'abondance en fonction de la fréquence d'occurrence, comme préconisé par **Costello (1990)**, montre que :

- Pour l'anchois de Béni Saf, les Copépodes sont dominants dans le régime alimentaire avec une fréquence d'occurrence de 100 % et une fréquence numérique de 84.42 %, les Amphipodes sont aussi importants dans le régime alimentaire (FO 76 %, FN 8.15 %). les autres ensembles peuvent être considérés comme des proies rares (Fig 45).
- Pour l'anchois de Ghazaouet, nous constatons aussi que les Copépodes sont dominants (Fo 98 %, FN 84.86 %) et que les Amphipodes sont des proies moins importantes par apport aux copépodes avec un coefficient d'occurrence de 56 % et une abondance de 5.32 %. Les autres groupes peuvent être considérés comme des proies rares (Fig.46).

3.2. Les préférences alimentaires de l'anchois :

Le calcul de l'occurrence nous permet de calculer le degré de fidélité du poisson à ses proies. Ainsi, les proies sont considérées comme constantes lorsque FO est supérieure à 50%. Quand la FO est comprise entre 20 à 50% la proie est accessoire et lorsqu'elle est inférieure à 20% la proie est accidentelle.

3.2.1 Variation des fréquences d'occurrence avec la taille de l'anchois :

-Région de Ghazaouet :

Tableau IV-23 : le classement des catégories de proies selon leur occurrence pour l'anchois de Ghazaouet.

Classes \ Catégories	N E	Cop	Amp	Biv	Eup	Gas	Déc	Még	Bra	Ost
11,5-12,5	8	C	C	A	a	C	C	A	C	C
12,5-13,5	12	C	C	a	a	A	A	A	C	A
13,5-14,5	17	C	A	a	a	A	A	a	A	C
14,5-15,5	9	C	A	C	a	C	A	a	A	A
15,5 >	4	C	A	A	A	C	A	A	/	A

*C (Constante), A (Accessoire), a (Accidentelle). N E (Nombre d'estomacs), / (Absence)

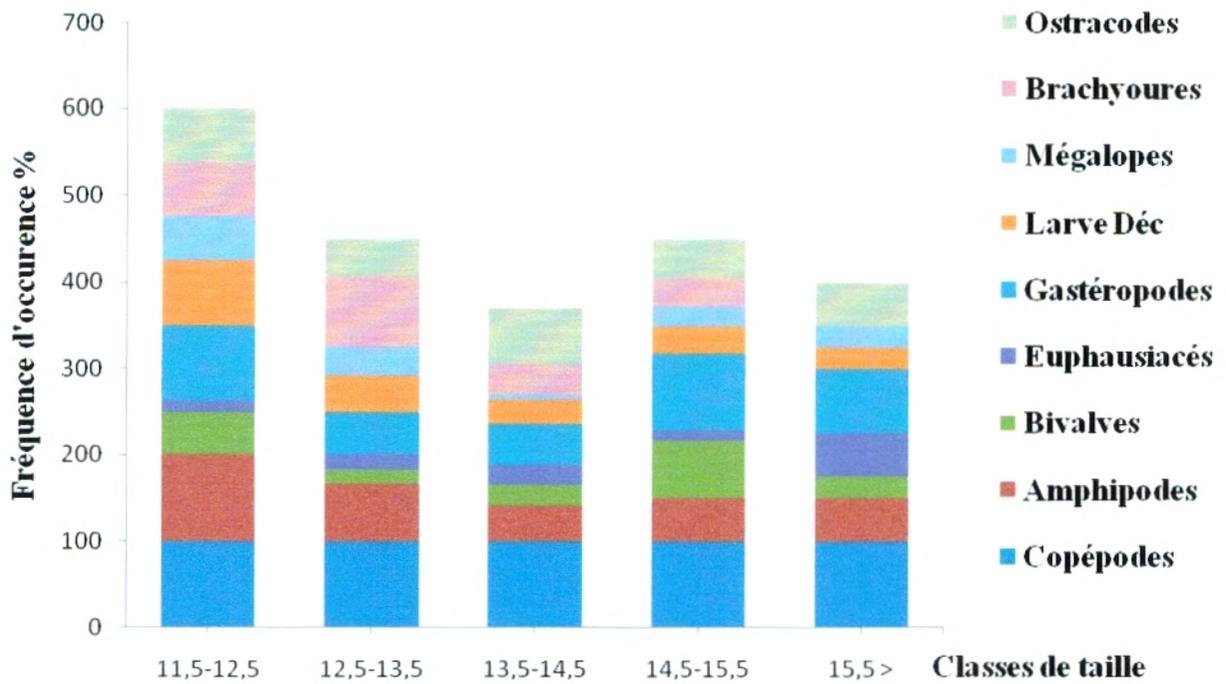


Figure 47: Fréquence d'occurrence des proies en fonction de la taille d'anchois dans la baie de Ghazaouet.

Pour les cinq classes de taille de l'anchois de la région de Ghazaouet, nous remarquons que les neuf catégories de proies sont présentes à l'exception de la classe 15.5 > ou elle marque l'absence des larves de Brachyours.

Pour le calcul de l'occurrence des neuf catégories de proies en fonction de la taille sont représentés dans le tableau IV-23.

-Région de Béni Saf :

Tableau IV-24 : le classement des catégories de proies selon leur occurrence pour l'anchois de Béni Saf.

Classes \ Catégories	N E	Cop	Amp	Biv	Eup	Gas	Déca	Még	Bra	Ost
6,5-7,5	1	C	/	/	/	C	/	/	C	/
7,5-8,5	4	C	A	/	/	C	/	/	C	/
8,5-9,5	3	C	A	C	/	A	/	/	A	C
9,5_10,5	14	C	C	a	a	C	a	A	C	A
10,5_11,5	3	C	C	/	A	C	A	/	C	A
11,5-12,5	4	C	C	/	/	A	C	A	C	C
12,5-13,5	13	C	C	A	a	C	C	C	C	A
13,5-14,5	3	C	C	C	/	A	A	/	C	A
14,5-15,5	3	C	C	C	/	C	/	A	A	/
15,5 >	2	C	C	A	A	A	C	C	C	A

*C (Constante), A (Accessoire), a (Accidentelle), N E (Nombre d'estomacs), / (Absence)

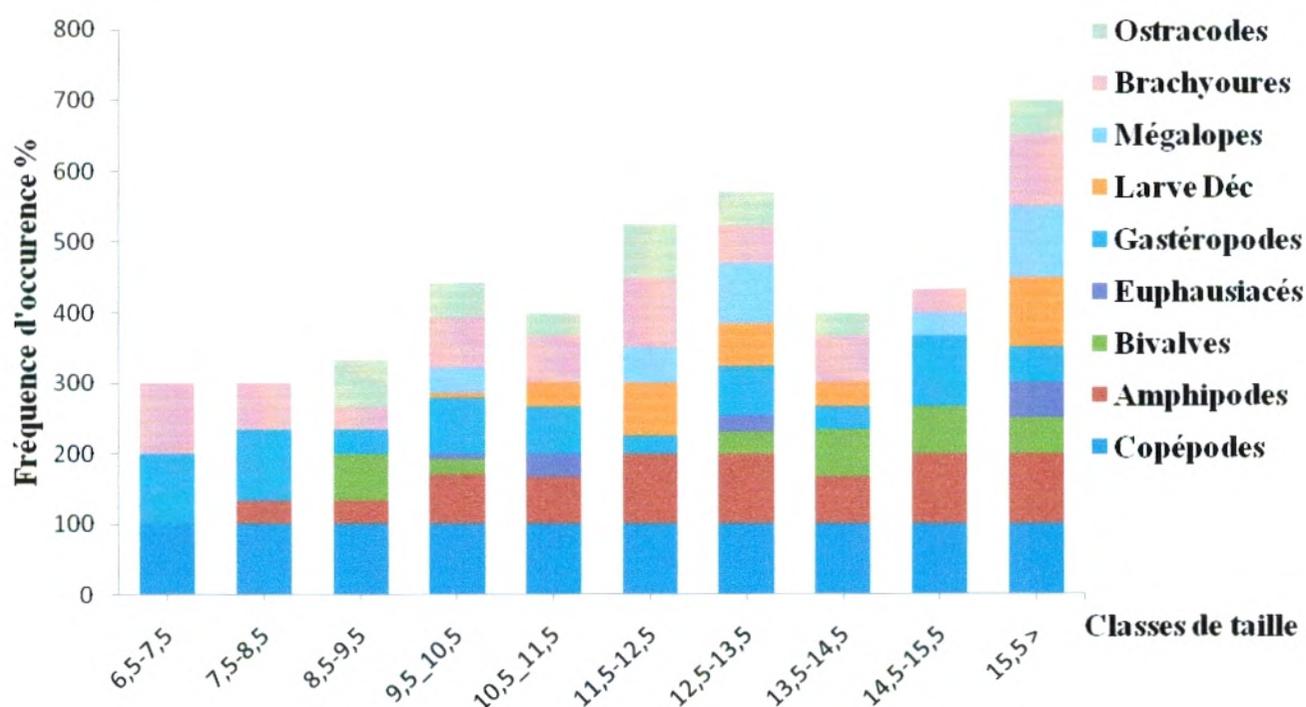


Figure 48: Fréquence d'occurrence des proies en fonction de la taille d'anchois dans la baie de Béni Saf.

Inversement à la station de Ghazaouet l'anchois de la région de Béni Saf comporte des classes de taille plus importantes dont les juvéniles (6.5-7.5, 7.5-8.5, 8.5-9.5), ces trois classes sont introuvables au niveau de Ghazaouet.

-la classe 6.5-7.5 est présentée par trois catégories où nous les considérons comme constantes (copépodes, Brachyours et larves de décapodes) (tab IV- 24).

-La classe comprise entre 7.5-8.5 est marquée par la présence de quatre catégories de proie parmi lesquelles les Copépodes, les Gastéropodes et les Brachyours.

-la classes de taille 8.5-9.5 est caractérisée par la présence de six catégories de proies dans lesquelles nous avons les Copépodes, les Amphipodes, les Bivalves, les Gastéropodes, les Brachyours et les Ostracodes

Pour les classes de taille au delà de 9.5 cm, le régime alimentaire est plus diversifié et le coefficient d'occurrence change d'une catégorie de proie à une autre ; la part prise par les Copépodes et les Amphipodes devient importante. Les Gastéropodes, les larves de Décapodes et les Brachyours sont des proies d'importance non négligeable.

3.2.2 Variation mensuelle du régime alimentaire :

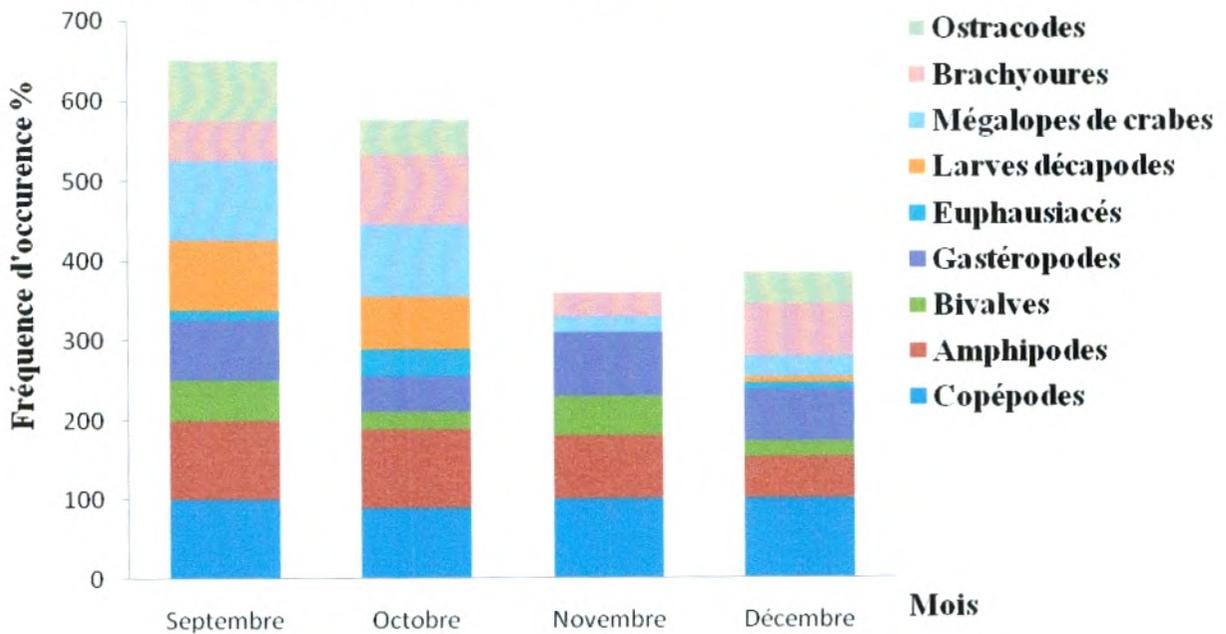


Figure 49: Fréquence d'occurrence des proies en fonction des mois dans la baie de Béni Saf.

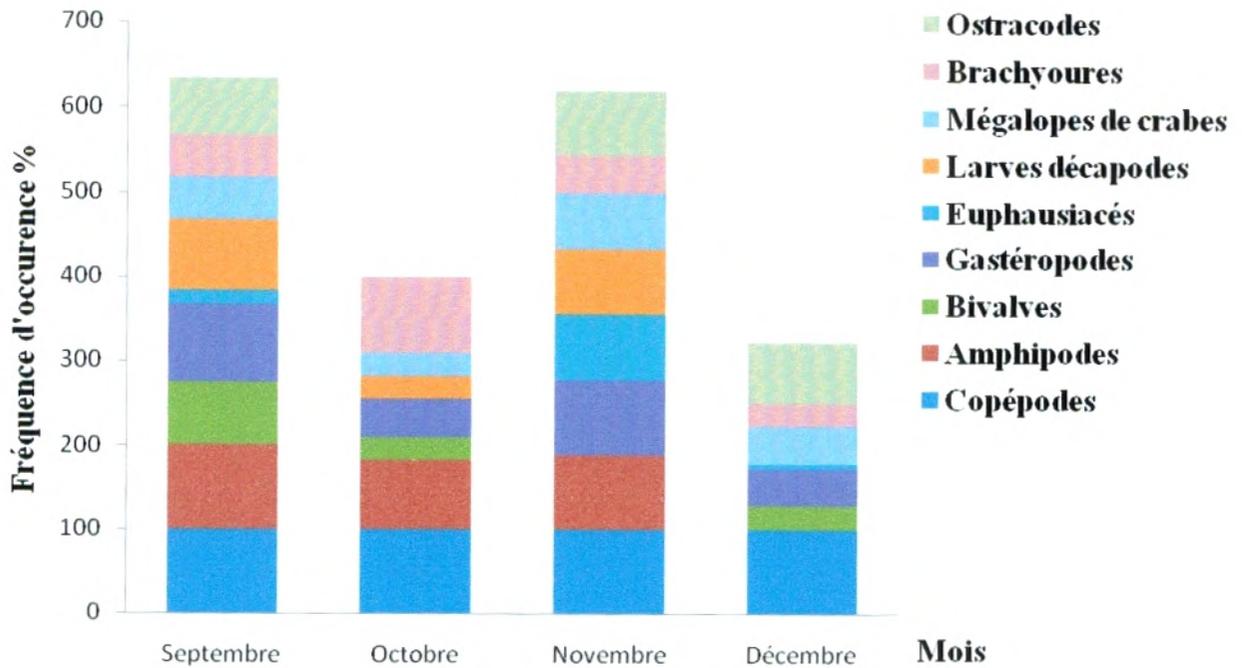


Figure 50: Fréquence d'occurrence des proies en fonction des mois dans la baie de Ghazaouet.

D'après la figure 49, nous pouvons tirer les remarques suivantes :

- Les mois de septembre, octobre et décembre constituent le régime alimentaire le plus diversifié par rapport au mois de novembre où nous n'avons noté que six catégories de proies.
- Nous remarquons aussi que les majeures parties de proies retrouvées sont constitués de Copépodes et Amphipodes, ces deux derniers groupes sont considérés comme constants.

D'après la représentation graphique (Fig.50), nous pouvons tirer les remarques suivantes :

- Les mois de septembre et de novembre constituent le régime alimentaire le plus diversifié par rapport au mois d'octobre et décembre où nous n'avons noté que sept catégories de proies.
- Les Copépodes sont des proies constantes retrouvées tous les mois, les Amphipodes bien que constants ont été absentes durant le mois de décembre.

3.3. Comparaison du régime alimentaire entre les deux régions :

- L'indice de vacuité retrouvé chez l'anchois varie selon la zone géographique considérée :
 - Béni Saf : $V=19.35\%$
 - Ghazaouet : $V=12.28\%$
- Le nombre de proies par estomac varie aussi pour les deux régions :
 - Béni Saf 136.36 proies ;
 - Ghazaouet 175.14 proies.
- Les indices écologiques calculés montrent une diversité importante dans le régime alimentaire de l'anchois quelque soit la région, avec un régime alimentaire légèrement plus diversifié et une niche alimentaire plus large de l'anchois de Béni Saf par rapport à celle de Ghazaouet.
- La position des copépodes dans le diagramme d'occurrence/abondance pour les deux régions montre leur nette dominance dans les proies (**Costello, 1990**) avec une importance non négligeable des Amphipodes et des Gastéropodes, alors que les autres proies sont considérées comme rares.
- Les préférences alimentaires de l'anchois dans les deux zones géographique et d'après le coefficient d'occurrence qui nous permet de calculer le degré de fidélité du poisson à ses proies, nous pouvons dire que :
 - Le régime alimentaire présente une variation selon la taille, surtout pour l'anchois de Béni Saf où nous remarquons que les individus qui appartiennent aux classes de tailles comprises entre 6.5-9.5 cm ont un régime alimentaire moins diversifié par rapport aux autres classes de tailles avec toujours la dominance des copépodes et la présence des larves de Gastéropodes avec des ostracodes et quelques Amphipodes dans la dernière classe (8.5-9.5). Nous pouvons dire que ces classes sont d'ordre juvénile.
 - Le régime alimentaire présente une légère variation mensuelle où nous observons l'absence de quelques groupes de proies (Fig 47, 48), pour les anchois de la station de Ghazaouet c'est le mois d'octobre et décembre et pour ceux de la station de Béni Saf c'est le mois de novembre.

3.4. Discussion et comparaison avec d'autres secteurs géographiques :

Les résultats obtenus dans ce présent travail montrent que pendant les quatre mois considérés, le régime alimentaire de l'anchois est strictement zooplanctonophage, les copépodes sont les plus dominants (*Oncaea mediterranea*, *Pleuromamma abdominalis*, *Candacia longimana*, *Temora stylifera*, *Microsetella rosea*....) par rapport aux autres catégories de proies et cela pour les deux régions considérées.

Les Copépodes constituent la catégorie de proies la plus abondante par rapport aux Amphipodes et les autres groupes de proies consommées par l'anchois, cela est dû à la disponibilité de ces catégories de proies dans le milieu, sachant que l'anchois est une espèce pélagique qui fait une migration verticale où elle suit ces proies et la majorité de ces Copépodes, ont un mode de vie pélagique et que ces derniers constituent l'essentiel de la population planctonique qui représentent selon le lieu ou la saison jusqu'à 90% du zooplancton (**Trégouboff et Rose, 1957**) et de 70% du Mézoplancton du bassin algérien selon **Riandey et al (2005)**, ces mêmes auteurs démontraient que les traits hydrodynamiques comme les tourbillons cycloniques et anticycloniques avaient un fort impact sur les caractéristiques de distribution verticale de Zooplancton dans ce bassin, toutes ces informations peuvent expliquer la dominance de cette catégorie de proie dans le régime alimentaire de l'anchois, même pour les larves de Décapodes, les Euphausiacés et de Mollusques qui présentent le même mode de vie que les Copépodes (**Trégouboff et Rose, 1957**), par contre pour les Amphipodes, sont pour la majorité benthiques, seul le sous ordre des Hypériens (Amphipode pélagique «*Hyperia schizogeneios*») est exclusivement planctonique (**Collignon, 1991**) et aussi vue leur taille importante qui dépasse les 4 mm, nous les retrouvons dans les estomacs de l'anchois avec un pourcentage numérique faible par rapport aux Copépodes.

Nos résultats sont comparables avec ceux de **Plounevez et Champalbert (2000)** dans le Golfe du Lion pendant la période estivale (juin-septembre) de deux années successives 1995-1996. Ces deux auteurs ont trouvé à peu près les mêmes catégories de proies (Copépodes, Amphipodes, Larves d'Euphausiacés, Ostracodes,

Larves de Brachyours, Cladocères, Mégalopes de crabes et larves de Mollusques) avec la dominance des Copépodes (*Candacia armata*, *Centropages typicus*, *Microsetella rosea*, *Temora stilifera*...), même pour l'anchois de la mer Catalan selon **Tudela et Palomera (1997)** présente un régime alimentaire strictement zooplanctonophage pendant la période de reproduction (avril-octobre, 1994-1995) avec toujours la prédominance des Copépodes. D'après ces auteurs l'anchois utilise deux types de mécanismes alimentaires: sélection sur les proies de grandes tailles (Euphausiacés, Amphipodes, les larves de Décapodes) et filtration sur les proies de petites tailles (les Copépodes, larves de Mollusques, ...). Nous constatons que l'anchois de l'extrême Ouest algérien ingère à peu près les mêmes groupes de proies que dans d'autres secteurs de la Méditerranée. Cependant, la composition spécifique des proies change parfois d'un secteur à l'autre.

Nous remarquons aussi que la taille des proies augmente avec la taille de poisson, cette tendance alimentaire vers des proies de plus en plus volumineuses (Amphipodes, Larves de Décapodes et Euphausiacés...) surtout pour les individus adultes, pourrait être considérée comme une adaptation permettant une optimisation du bilan entre l'énergie dépensée pour la capture des proies et l'énergie fournie par la nourriture (**Stoner et Liingviston, 1984**). Comme démontré par **Bulgakova (1996)** concernant l'anchois adulte, la gamme de taille de la proie augmente avec celle du poisson (prédateur). A l'inverse, l'ouverture de la bouche des jeunes anchois (Classe de taille entre 6.5-9.5 des jeunes d'anchois de Béni Saf) ne facilite pas la prise de proie massive, ce qui peu expliquer l'orientation de la prédation des adultes vers une plus large gamme de proies avec toujours la présence des petites proies.

Par ailleurs, d'autres études effectuées sur l'anchois montrent que le régime alimentaire de cette espèce est omnivore (phytoplancton et zooplancton) **Bulgakova (1993, 1996)** dans la mer noire avec toujours la dominance de la catégorie des Copépodes pour le Zooplancton.

Les études effectuées sur d'autres espèces congénères dans plusieurs régions du monde et en différentes saisons comme l'*Engraulis capensis* (**James, 1987**), *Engraulis ringens* (**Konchina, 1991**), *Engraulis mordax* (**Chiappa-Carrara et al**

1993) montrent que le régime alimentaire de ces espèces est essentiellement zooplanctonophage.

3.5. Conclusion :

L'anchois de la baie de Béni Saf et du Golf de Ghazaouet (Sud-Ouest de la Méditerranée algérienne) est strictement zooplanctonophage pendant la période d'étude allant de septembre à décembre 2007.

L'indice de vacuité retrouvé chez l'anchois varie selon la zone géographique considérée :

- Ghazaouet : $V=12.7\%$

- Béni Saf : $V=19.35\%$

Le spectre alimentaire de l'anchois est diversifié dans les deux stations, il se compose essentiellement de Crustacés dont le plus grand pourcentage est celui des Copépodes suivi de celui des Amphipodes. Les autres catégories de proies telles les larves de Mollusques (Gastéropodes et Bivalves) sont moins importantes.

Le régime alimentaire présente une variation selon la taille et cela, pour les individus d'anchois de Béni Saf qui appartient aux classes de tailles comprises entre 6.5-9.5 cm, soit des stades juvéniles qui se dirigent vers des proies de petites gammes de taille.

Le régime alimentaire présente une légère variation mensuelle. Cette variation est marquée par l'absence de quelques catégories de proies selon la région d'étude.

4 - DOSAGE DES METAUX LOURDS :

Les organismes vivants ont évolué en présence des éléments métalliques. Certains métaux sont mêmes essentiels aux processus biologiques. Les éléments métalliques ont la propriété de se fixer sur des protéines et ainsi de modifier la structure moléculaire et le mode d'action de ces dernières.

Ces modifications de structure peuvent être essentielles à la bonne fonctionnalité de certaines protéines (enzymes), ou au contraire induire un effet toxique en les inactivant. Les organismes sont capables, dans une certaine mesure, d'utiliser et de réguler les concentrations en métaux qui leur sont essentiels. Des effets toxiques apparaissent lorsque cette régulation ne peut plus avoir lieu.

Dans ce contexte nous avons choisi de travailler sur l'anchois *Engraulis encrasicolus* pour connaître les niveaux de concentration de sept métaux lourds (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Cr, Ni) au niveau de leurs branchies et leurs filets, pour cela nous avons pris en considération 11 échantillons d'anchois dans les deux régions.

Le choix de ces deux organes n'est pas fortuit : en effet le dosage au niveau des branchies (organe filtrant) renseigne sur la qualité du milieu ambiant. Sachant que les branchies des poissons sont constituées de membranes respiratoires et ionorégulatrices sensibles et représentent le premier point de contact entre le poisson et les métaux présents dans l'eau environnante. En effet, elles constituent la plus grande partie de la surface de contact totale des poissons et sont, ainsi, le lieu principal des échanges d'eau et d'ions entre le sang et l'environnement (**Randall et al., 2000**) ; le dosage effectué sur le filet de cette espèce intéresse directement le consommateur (la santé publique).

Les résultats des concentrations moyennes des différents métaux retrouvés chez l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf se résument dans le tableau suivant :

Tableau IV-25 : Les teneurs maximales, moyennes, minimales et écarts types des différents éléments métalliques exprimés en mg/kg du poids frais pour les deux organes (branchies, filet) de chaque région durant la période d'étude (Juillet-Décembre 2007).

Organes/Régions Eléments (mg/kg)		Béni Saf		Ghazaouet	
		Branchies	Filet	Branchies	Filet
Plomb	Max	4,37	1,51	2,89	1,58
	Moy	3,30	0,97	2,22	1,08
	Min	1,54	0,48	1,29	0,69
	σ	1,24	1,45	0,70	0,82
Cuivre	Max	1,14	0,75	1,01	0,55
	Moy	0,77	0,49	0,63	0,31
	Min	0,39	0,30	0,25	0,13
	σ	0,33	0,29	0,33	0,29
Zinc	Max	36,44	11,45	18,66	5,44
	Moy	20,05	6,14	14,18	3,80
	Min	11,18	1,37	11,46	1,65
	σ	10,28	9,97	2,91	5,85
Fer	Max	44,02	9,64	92,51	16,10
	Moy	29,17	6,95	39,90	6,65
	Min	21,85	4,32	19,41	3,17
	σ	8,74	12,81	27,74	24,67
Cadmium	Max	0,34	0,25	0,45	0,33
	Moy	0,27	0,17	0,29	0,15
	Min	0,20	0,12	0,04	0,00
	σ	0,06	0,09	0,18	0,15
Nickel	Max	1,75	0,96	2,02	1,30
	Moy	0,63	0,64	0,95	0,41
	Min	0,08	0,29	0,15	0,06
	σ	0,78	0,52	0,70	0,61
Chrome	Max	2,78	2,51	5,06	3,38
	Moy	2,28	1,91	3,22	2,36
	Min	1,60	1,44	0,86	1,36
	σ	0,46	0,65	1,38	1,18

Max : Maximum

Moy : Moyenne

Min : Minimum

σ : Ecart type

4.1-Comparaison des teneurs métalliques moyennes enregistrées dans les différents organes de l’anchois de Ghazaouet et Béni Saf :

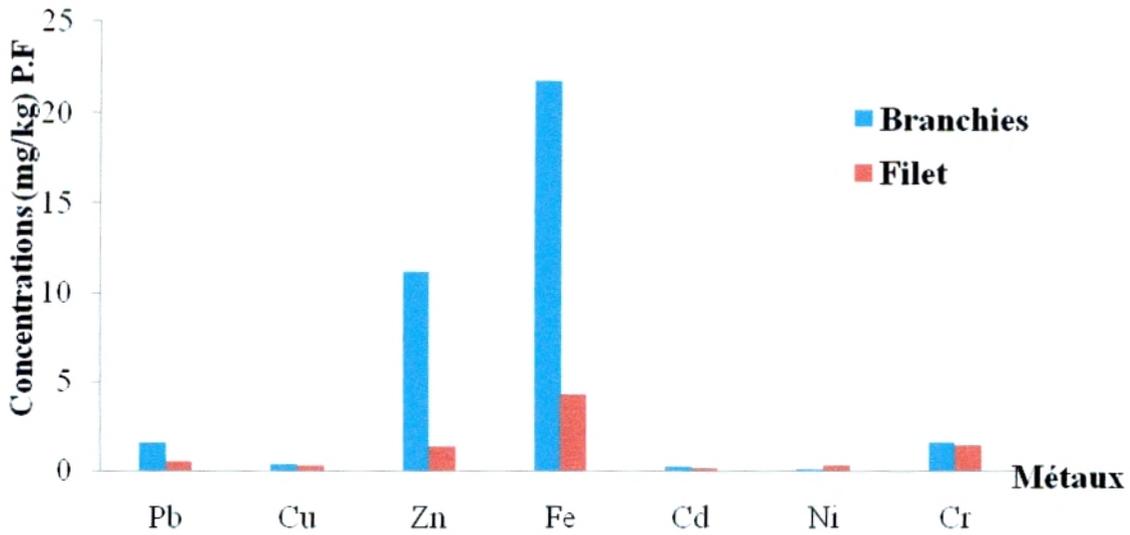


Figure 51 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d’anchois de Béni Saf.

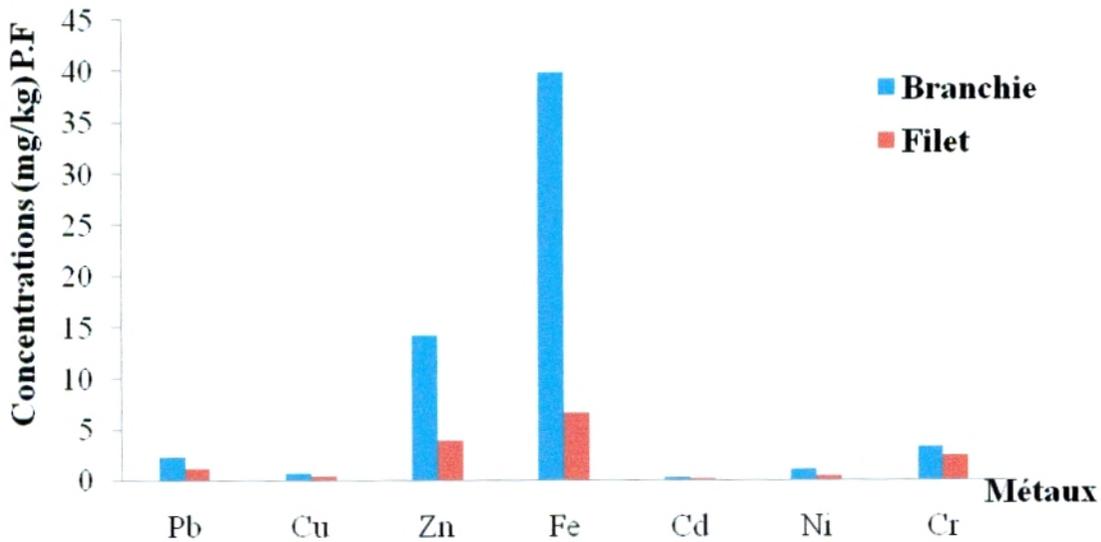


Figure 52 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d’anchois de Ghazaouet.

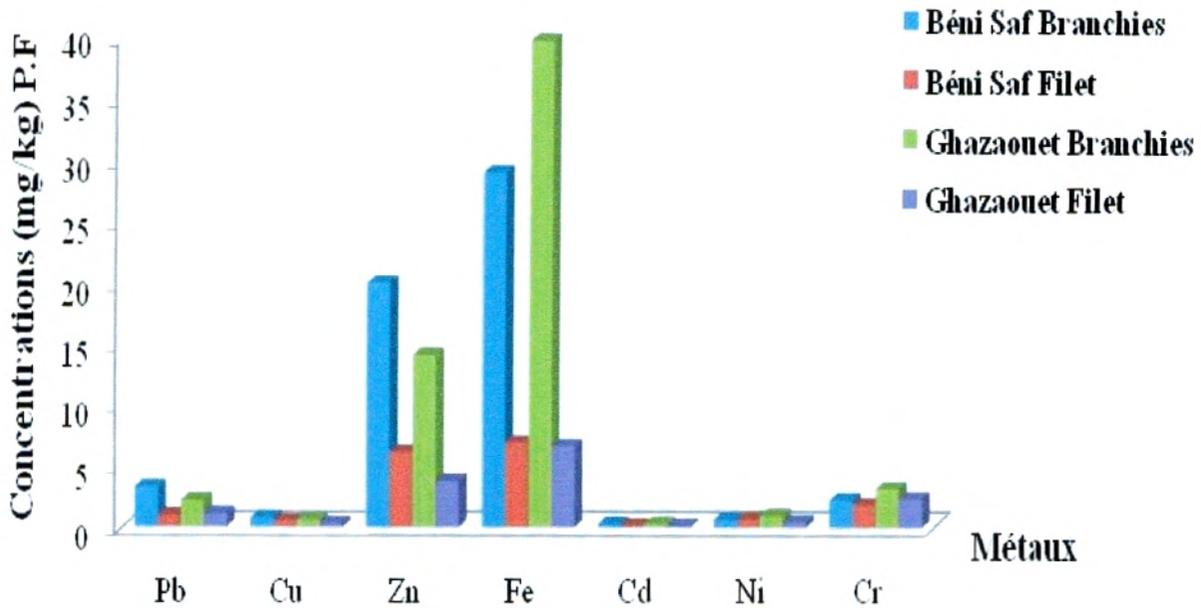


Figure 53 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d’anchois de Ghazaouet et Béni Saf.

D’après, les figures 51, 52 et 53, les teneurs métalliques moyennes enregistrées dans les branchies et filets de l’anchois, respectivement de Béni Saf et Ghazaouet, nous montrent:

- l’accumulation métallique par les branchies est largement supérieure à celle du filet, quelque soit le métal ou la région, sauf pour le nickel dans la région de Béni Saf où nous remarquons l’inverse,
- une forte accumulation du fer et du zinc par rapport aux autres métaux étudiés quelque soit l’organe considéré.

Les gradients des concentrations se présentent comme suit :

Béni Saf	{	Branchie : Fe > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.	}
Ghazaouet	{	Branchie: Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.	}

4.2-Evolution temporelle des métaux :

Pour bien connaître le niveau de contamination au niveau des organes dosés (Branchies, Filet) par les éléments métallique étudiés, on a utilisé des valeurs de références concernant la dose maximale admissible de chaque métal dans les tissus des poissons fixée par **IAEA, 2003** (*International Atomic Energy Agency*).

Tableau IV-26 : Valeurs de références des doses maximales admissibles (DMA) dans le tissu des poissons marins fixés par **IAEA, (2003)**.

Métaux lourds	Fe	Cd	Cr	Zn	Cu	Pb	Ni
DMA (mg/kg)	146	0,189	0,73	67,1	3,28	0,12	0,6

*La ligne horizontale dans chacun des graphes, indique la dose maximale admissible pour chaque élément métallique chez les poissons marins d'après **IAEA, 2003**.

A-Evolution mensuelle des teneurs en métaux dans la région de Béni Saf :

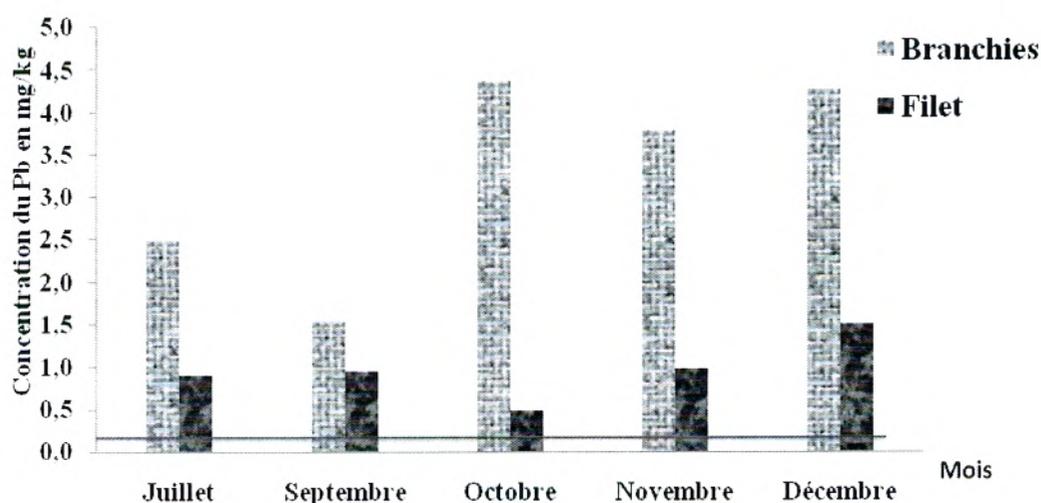


Figure 54: Variations temporelles des concentrations du plomb exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

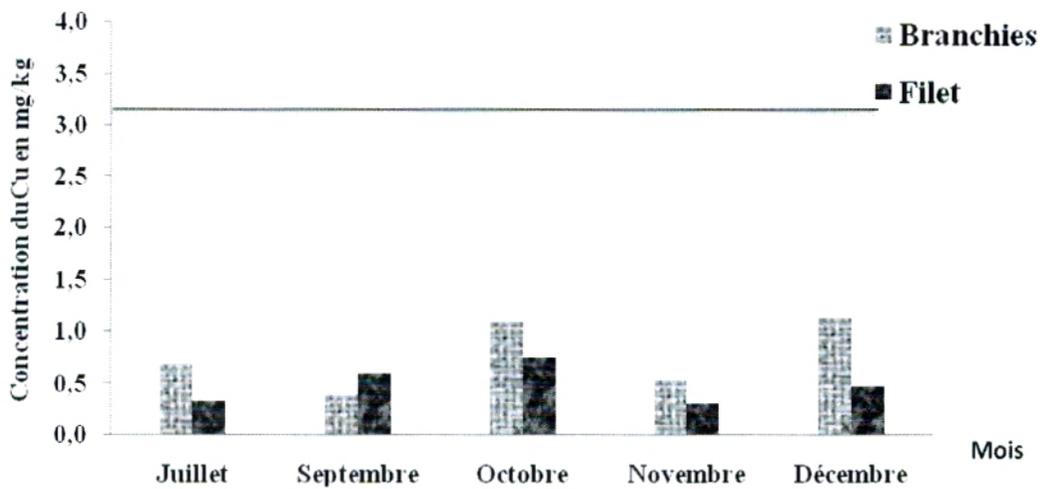


Figure 55: Variation temporelles des concentrations du cuivre exprimées en mg/kg chez l’anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

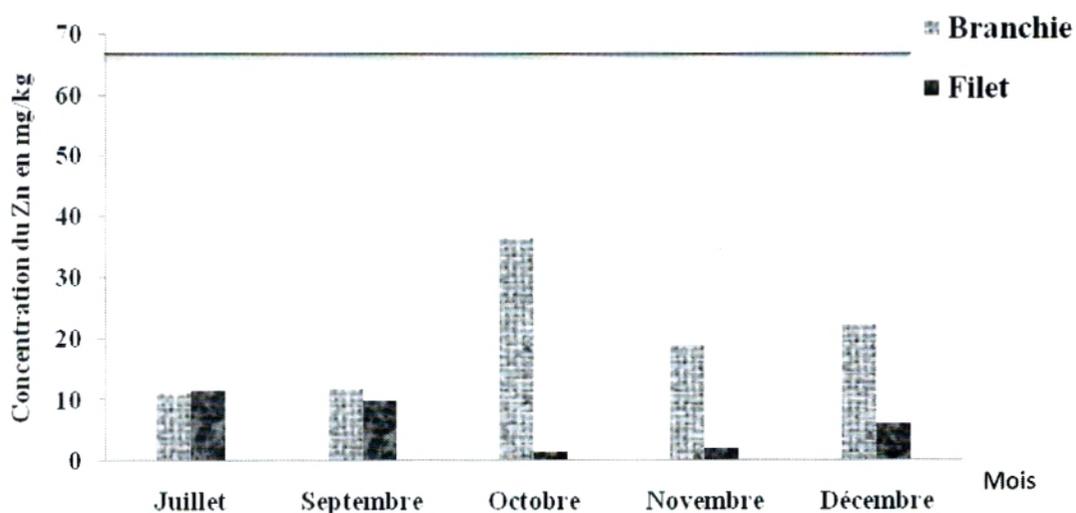


Figure 56: Variations temporelles des concentrations du zinc exprimées en mg/kg chez l’anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

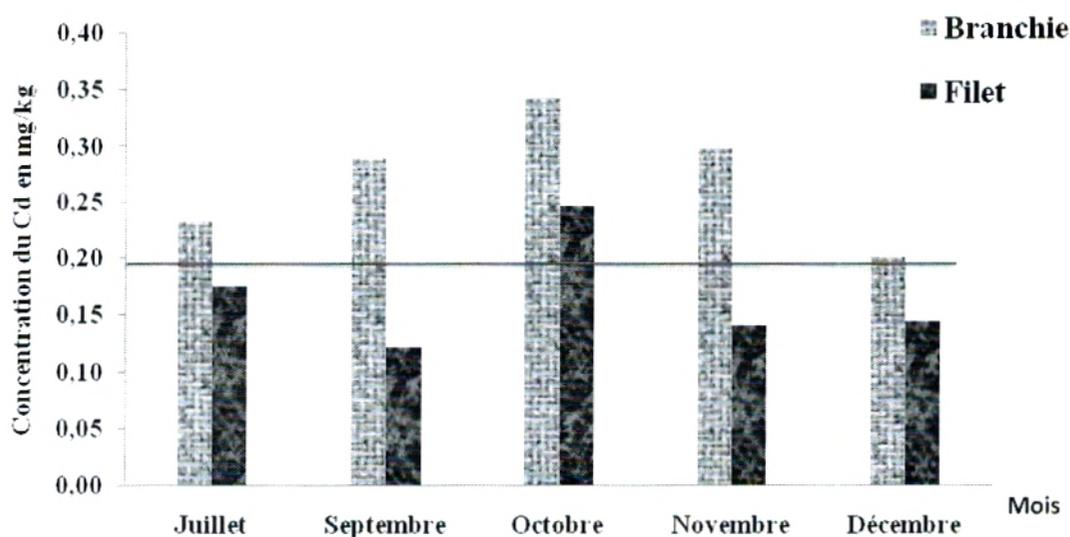


Figure 57: Variations temporelles des concentrations du cadmium exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

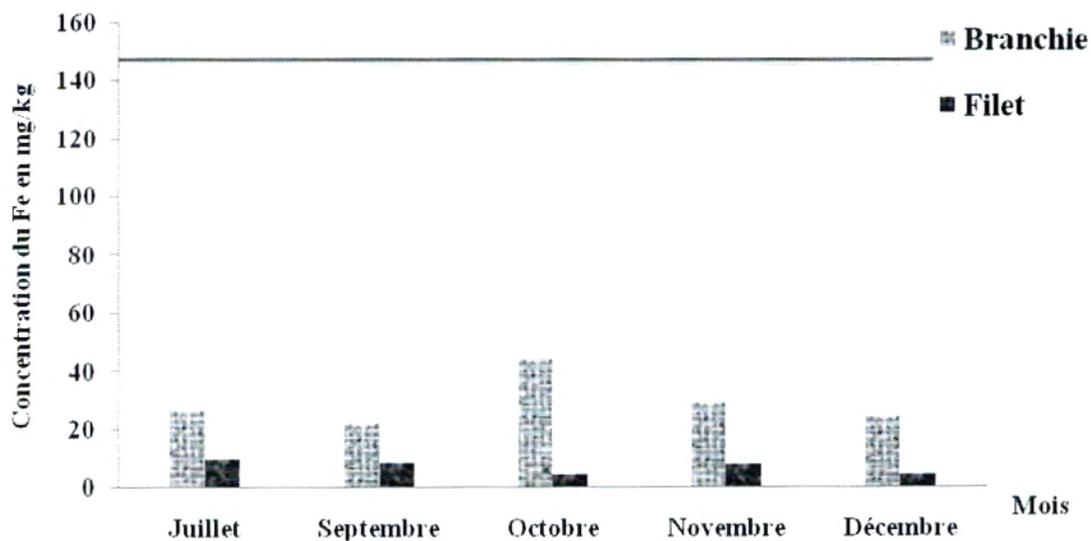


Figure 58: Variations temporelles des concentrations du fer exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

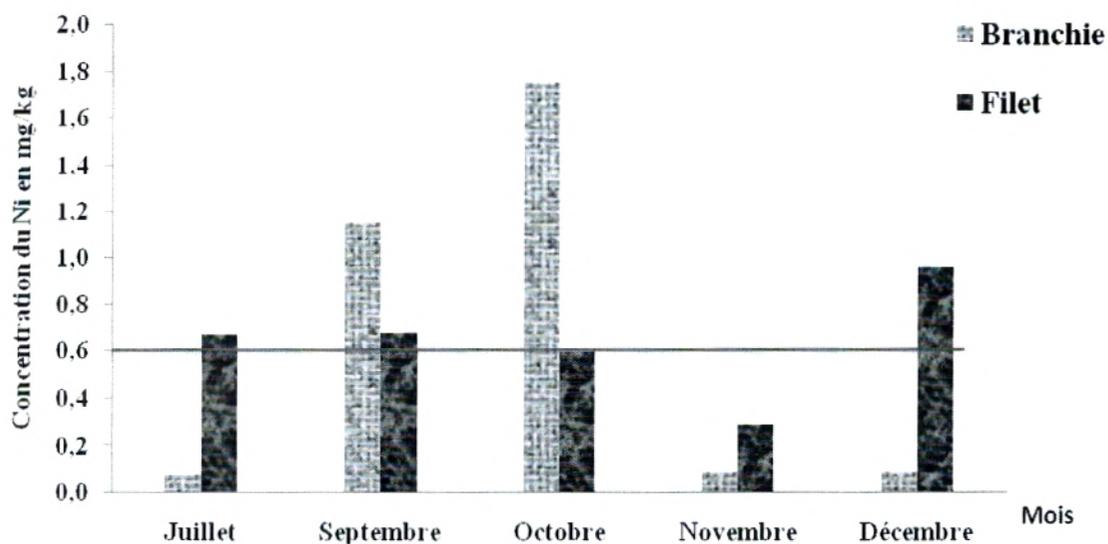


Figure 59: Variations temporelles des concentrations du nickel exprimées en mg/kg chez l’anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

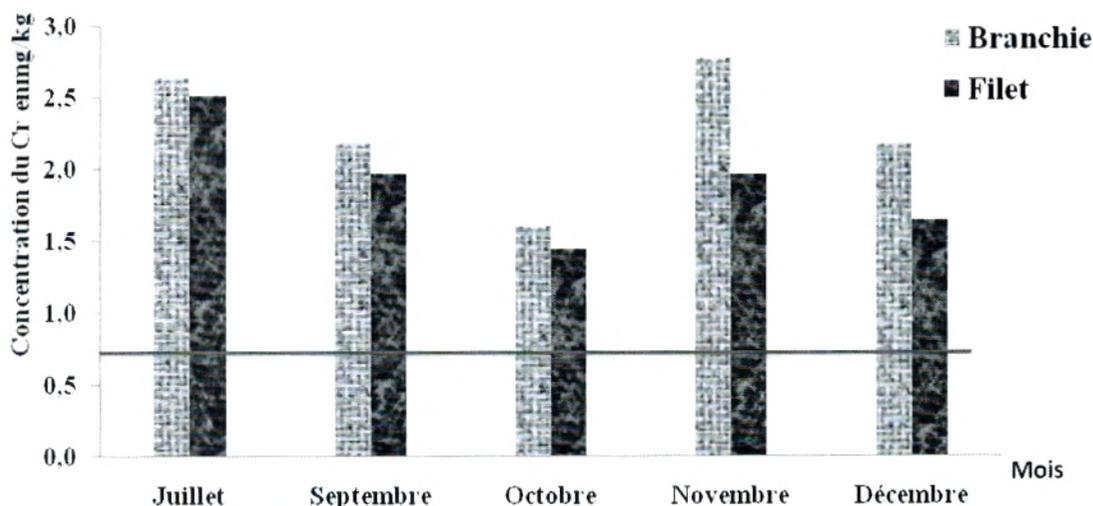


Figure 60: Variations temporelles des concentrations du chrome exprimées en mg/kg chez l’anchois de Béni Saf (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

1) Le plomb :

La concentration en Pb chez l'anchois par rapport au temps montre la présence de cet élément durant la période du suivi (Fig.54) et il dépasse la dose maximale admissible indiqué dans le tableau IV-26 (IAEA, 2003), bien que le plomb ne soit pas indispensable à la vie des êtres vivants (Casas, 2005).

Selon les résultats obtenus, les teneurs en plomb au niveau des deux organes montrent que les concentrations dans les branchies sont nettement supérieures à celles du filet. Par ailleurs, les concentrations observées au cours du temps révèlent des variations importantes quelque soit l'organe.

L'accumulation du plomb par les branchies est faible pendant le mois de septembre avec une valeur de 1.54 mg/kg, elle est forte pendant le mois d'octobre atteignant 4.37 mg/kg. Dans le filet, la concentration est minimale durant le mois d'octobre avec une valeur de 0.48 mg/kg et maximale pendant le mois de décembre 1.51mg/kg.

2) Le cuivre :

La concentration en Cu chez l'anchois de Béni Saf (Fig 55) montre la présence de cet élément durant la période d'échantillonnage probablement due au fait que le cuivre est un élément indispensable au déroulement des processus biologiques (Casas, 2005) et selon le tableau IV-26 les teneurs enregistrées de cet élément ne dépassent pas la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (IAEA, 2003). La toxicité du cuivre en milieu marin est fonction de sa forme chimique et de son état d'oxydation (Chiffoleau, 2001).

Les poissons absorbent aisément le cuivre dissous qui peut ainsi poser de nombreux problèmes de toxicité. Une concentration en sulfate de cuivre (≥ 0.8 mg/l) dans l'eau peut entraîner une toxicité chronique pour les poissons et de nombreuses espèces (Guillaume *et al*, 1999).

En suivant l'évolution temporelle du cuivre détecté au niveau des deux organes, nous notons que les concentrations enregistrées de cet élément sont variables avec un taux élevé dans les branchies par rapport à celui du filet, sauf pour le mois de septembre où on remarque l'inverse.

D'après la figure 55, l'accumulation du cuivre par les branchies est moins importante pendant le mois de septembre avec une valeur de 0.39 mg/kg et elle est maximale durant le mois d'octobre avec une valeur de 1.14 mg/kg. Dans le filet la concentration est minimale pendant le mois d'octobre avec une valeur de 0.30 mg/kg et maximale pendant le mois de décembre, elle est égale à 0.75 mg/kg.

3) Le zinc :

Les résultats obtenus montrent que l'accumulation du zinc par l'anchois de Béni Saf est importante dans les branchies par apport au filet et que les concentrations de cet élément varient au cours du temps.

D'après la figure 56: l'accumulation du zinc par les branchies est moins importante pendant le mois de juillet avec une valeur de 11.18 mg/kg, elle est maximale pendant le mois d'octobre avec une valeur de 36.44 mg/kg. Dans le filet la concentration est minimale durant le mois d'octobre avec une valeur de 1.37 mg/kg et maximale en mois de décembre (11.45 mg/kg).

Le zinc est un oligo-élément indispensable à la vie mais à faibles concentrations pour les organismes vivants, son accumulation reste moins importante par l'anchois de Béni Saf, parce qu'il ne dépasse pas la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (**IAEA, 2003**).

4) Le cadmium :

La représentation graphique de la concentration en cadmium (Fig.57) est toujours élevée dans les branchies par rapport au filet avec des fluctuations dans le temps. Les concentrations de cet élément dépassent la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (**IAEA, 2003**) pour les branchies pendant toute la période d'étude et le filet que pour le mois d'Octobre.

Les concentrations importantes du cadmium dans les deux organes s'expliquent par une forte bioaccumulation de cet élément dans la chaîne alimentaire ce qui entraîne une importante toxicité pour de nombreux êtres vivants (**Picota, 2003**). Chez les poissons, le cadmium peut perturber l'équilibre ionique en altérant la perméabilité des membranes cellulaires (**Ifremer, 2001**).

L'accumulation du cadmium par les branchies est moins importante pendant le mois de décembre avec une valeur de 0.2 mg/kg, elle est maximale durant le mois d'octobre avec une valeur de 0.34 mg/kg. Dans le filet, la concentration est minimale durant le mois d'octobre avec une valeur 0.12 mg/kg et maximale pendant le mois de septembre 0.25 mg/kg.

5) le fer :

Selon la figure 58, le fer est présent pour l'anchois de cette région avec des concentrations très élevées quelque soit l'organe durant les cinq mois de prélèvement, cette forte accumulation de cet élément due probablement à la présence du minerai de fer dans cette région, ces concentrations élevées de fer restent inférieures à la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (IAEA, 2003).

D'après les résultats obtenus, l'accumulation de cet élément par les branchies a montré une fluctuation qui s'exprime par deux pics durant le mois d'octobre et novembre (44,02 mg/kg; 29,13 mg/kg) et une légère diminution de concentration marquée pendant le mois de septembre 21,85 mg/kg. Le filet montre aussi une fluctuation dans le temps, la concentration la plus importante est marquée pendant le mois de juillet (9,64 mg/kg) et la plus faible durant le mois de décembre (4,32 mg/kg).

6) le nickel :

Le transport du nickel vers le milieu marin s'effectue *via* les fleuves sous forme particulaire et *via* l'atmosphère, conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles et la production de métaux non ferreux (Caplat.C., 2001). La toxicité du nickel pour les organismes marins est considérée comme faible (Chiffolleau, 2001).

Les concentrations obtenues pour le nickel diffèrent entre les deux organes ; on constate qu'il y a une forte accumulation au niveau du filet par rapport aux branchies durant le mois de juillet, octobre et décembre et l'inverse pour les autres mois, ces concentrations dépassent la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (IAEA, 2003) surtout pour le filet pendant le mois de juillet, septembre et décembre.

D'après la figure 59: l'accumulation du nickel par les branchies est moins importante durant le mois de juillet, octobre et décembre avec une valeur qui se situe

entre 0.08-0.09 mg/kg, et elle est maximale pendant le mois d'octobre et novembre avec une valeur de 1.16-1.75 mg/kg. Par ailleurs, dans le filet, la concentration est minimale pendant le mois de novembre avec une valeur 0.29 mg/kg et maximale durant le mois de décembre 0.96 mg/kg.

7) le chrome :

L'impact immédiat de la présence du chrome dans le milieu marin se manifeste par sa concentration dans les différents organismes aquatiques. Les organismes même loin des zones polluées concentrent le chrome dans leurs organismes (**Galaf F ; Ghannam S, 2003**). Les concentrations enregistrées de cet élément pendant toute la période d'étude dépassent largement la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (**IAEA, 2003**). D'après la représentation graphique (Fig. 60), l'accumulation du chrome par les branchies est faible pendant le mois d'octobre avec une valeur de 1.6 mg/kg et elle est maximale pendant le mois de novembre avec une valeur de 2.78 mg/kg. La concentration dans le filet est minimale durant le mois d'octobre avec une valeur 1.44 mg/kg et maximale pendant le mois de juillet égale à 2.51 mg/kg.

B-Evolution mensuelle des teneurs en métaux dans la région de Ghazaouet :

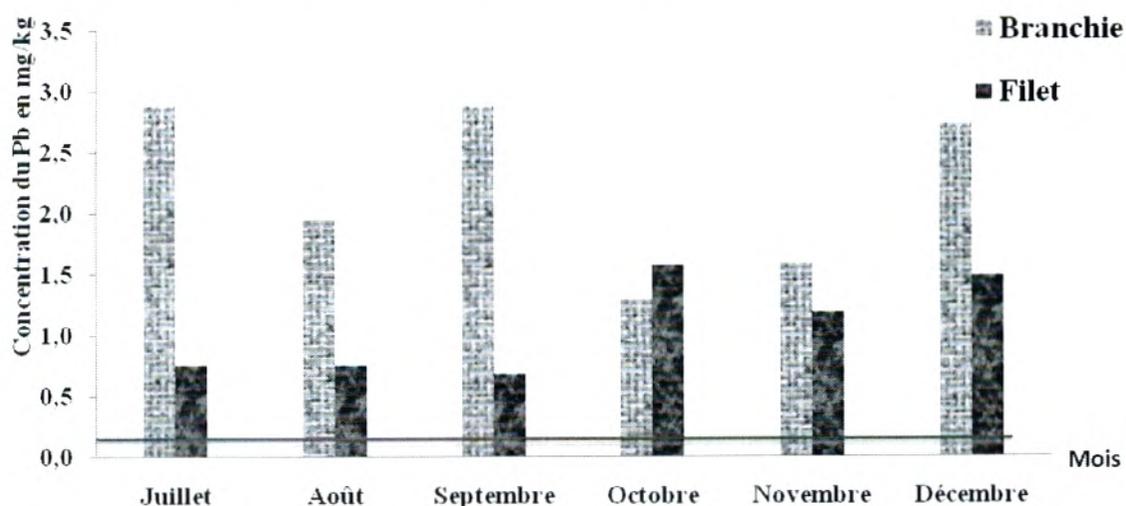


Figure 61: Variations temporelles des concentrations du plomb exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

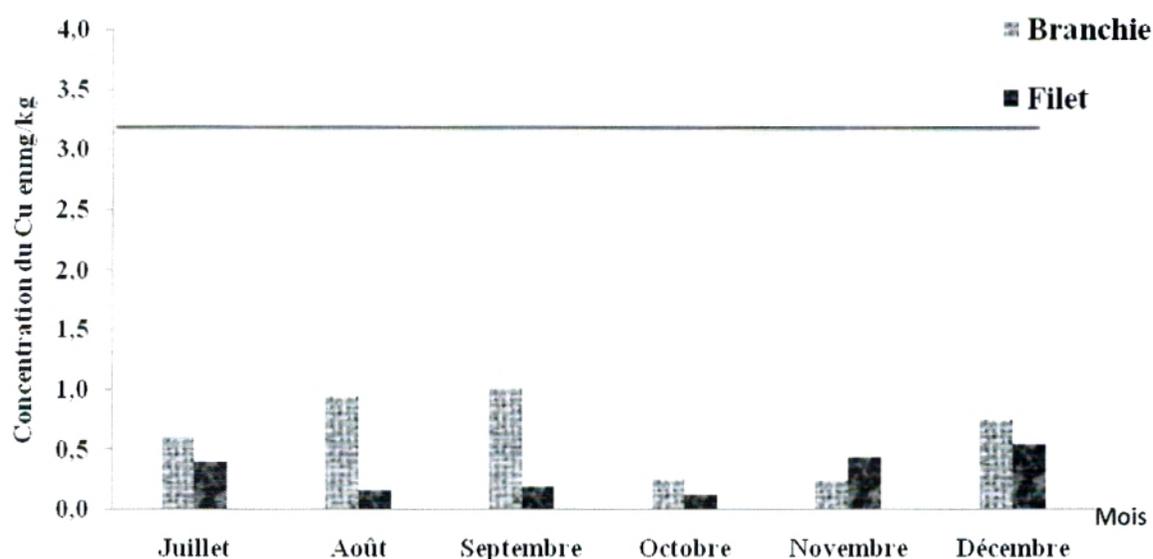


Figure 62: Variations temporelles des concentrations du cuivre exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

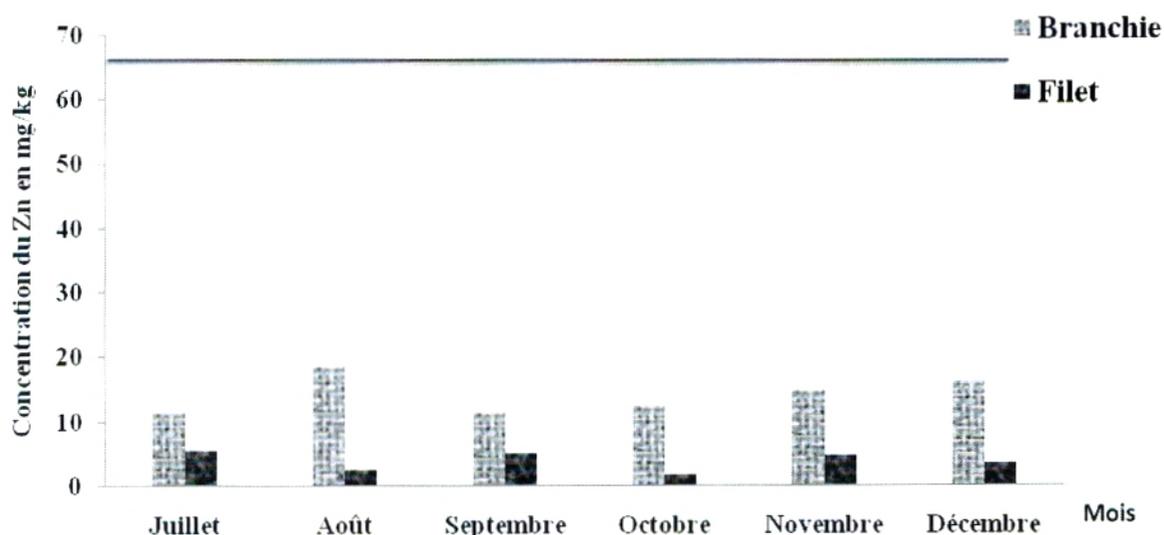


Figure 63: Variations temporelles des concentrations du zinc exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

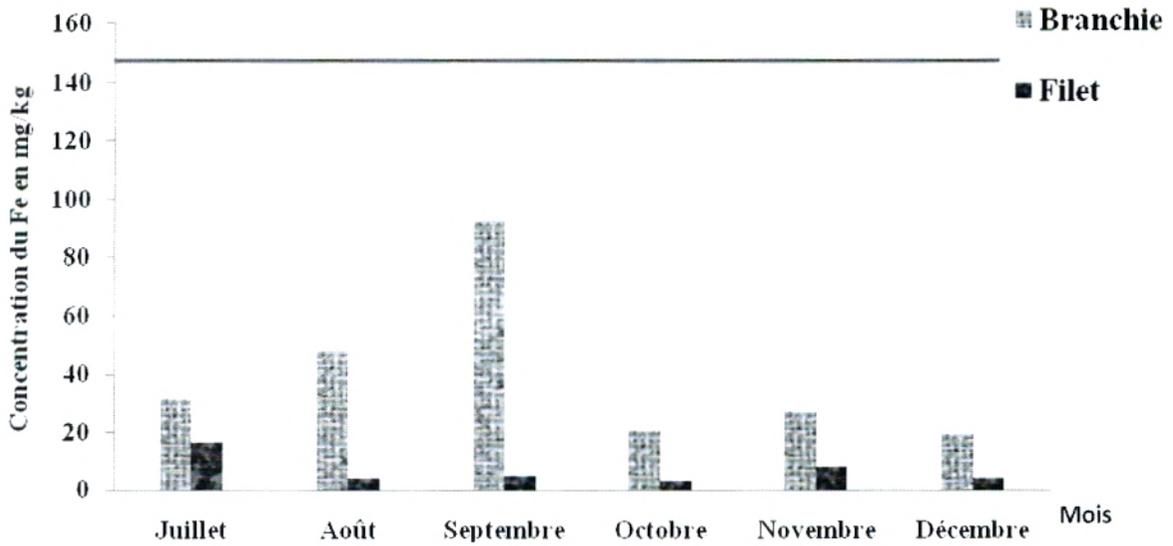


Figure 64: Variations temporelles des concentrations du fer exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

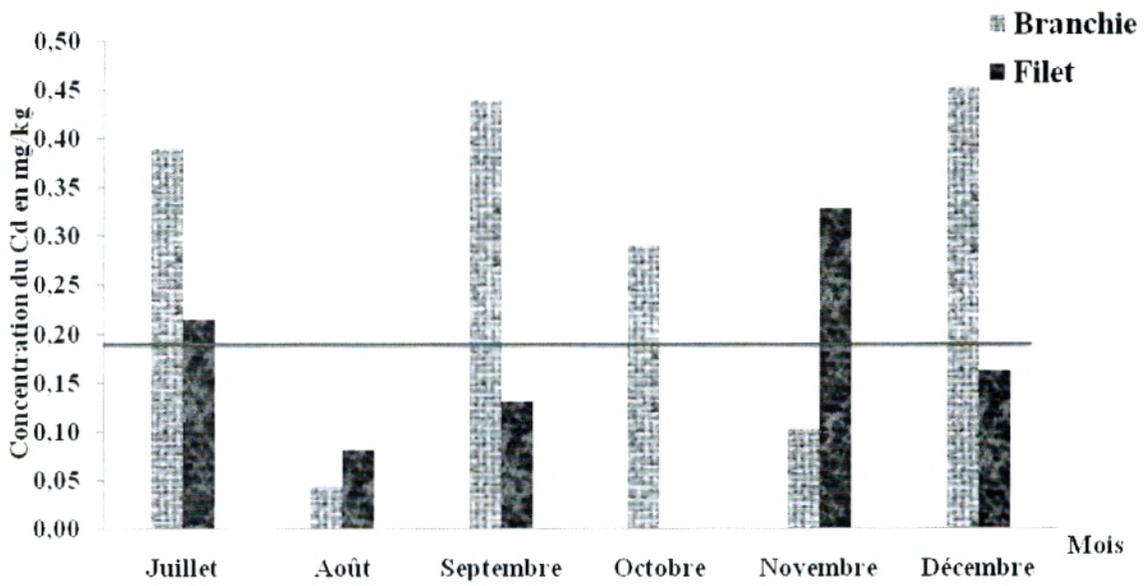


Figure 65: Variations temporelles des concentrations du cadmium exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

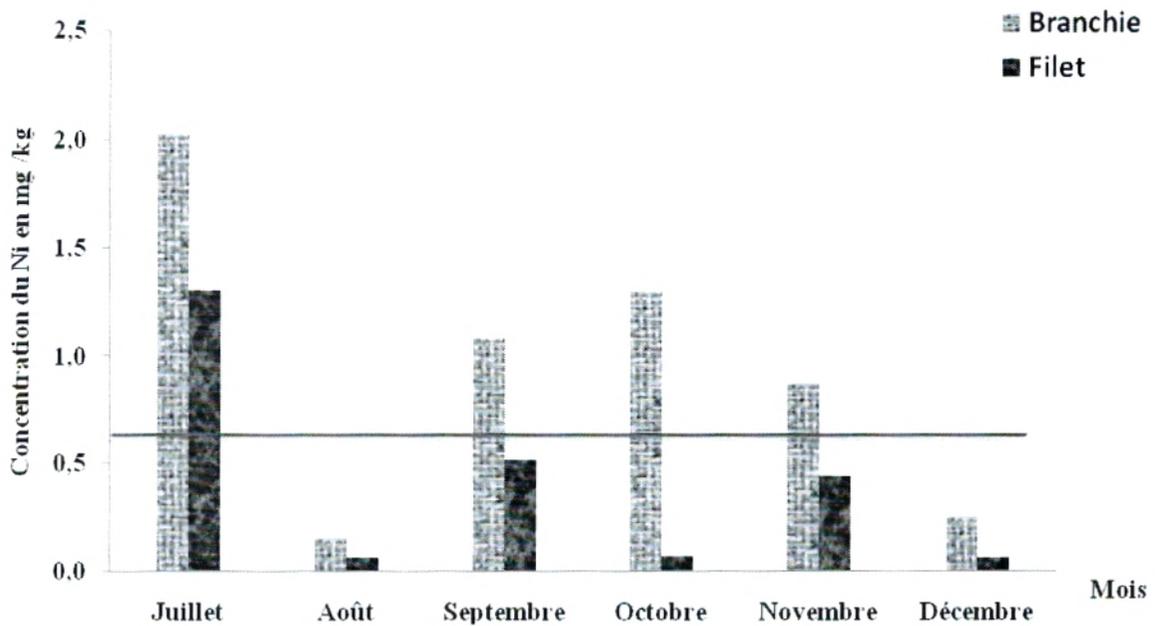


Figure 66: Variations temporelles des concentrations du nickel exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

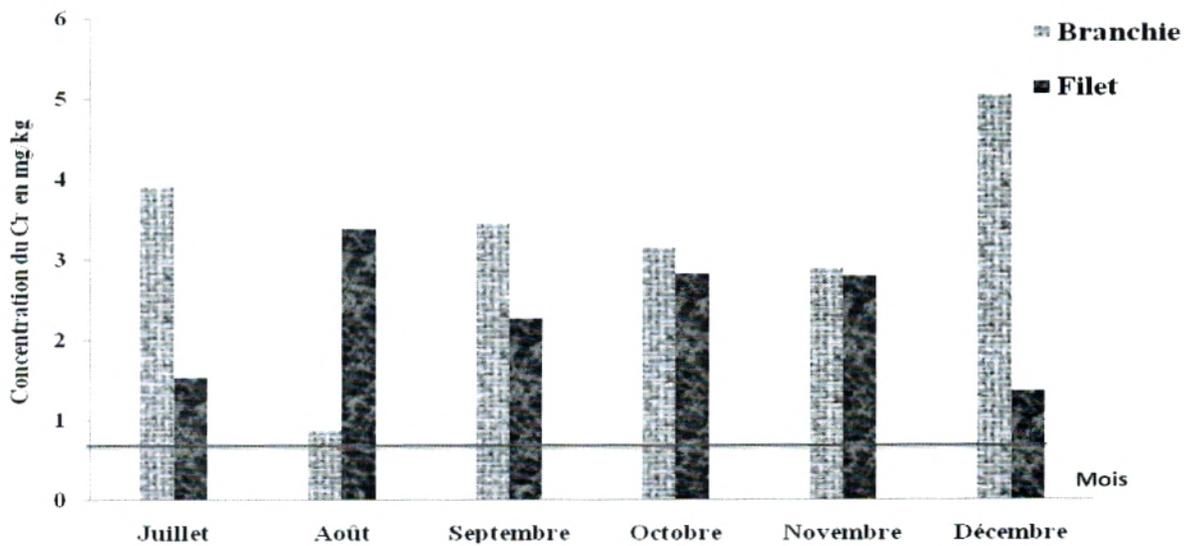


Figure 67 : Variations temporelles des concentrations du chrome exprimées en mg/kg chez l’anchois de Ghazaouet (La ligne horizontale, indique la dose maximale admissible).

1) *Le plomb :*

Les résultats obtenus pour les concentrations du plomb au niveau de la région de Ghazaouet montrent qu'en général les branchies accumulent beaucoup plus ce métal par rapport au filet.

D'après la figure 61, l'accumulation du plomb par les branchies est moins importante durant le mois d'octobre avec une valeur de 1.29 mg/kg, et elle est maximale pendant le mois de juillet avec une valeur de 2.89 mg/kg. Dans le filet la concentration est minimale pendant le mois d'octobre avec une valeur de 0.69 mg/kg et maximale durant le mois de décembre égale à 1.58mg/kg.

La représentation graphique de la concentration en Pb chez l'anchois de Ghazaouet par rapport au temps montre la présence de cet élément durant la période du suivi, bien que le plomb ne soit pas indispensable à la vie des êtres vivants (**Casas, 2005**), ces concentrations dépassent la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (**IAEA, 2003**) ce qui est relié à l'importance des sources de cet élément dans le milieu.

2) *Le cuivre :*

Le suivi de l'évolution temporelle du cuivre chez l'anchois de Ghazaouet montre, d'une part, la présence de cet élément durant la période d'échantillonnage probablement du fait que le cuivre est un oligo-élément nécessaire à la vie et d'autre part, il peut présenter des effets toxiques à partir d'un certain seuil de concentration (**Ifremer, 2009**). Selon le tableau IV-26, les teneurs enregistrées de cet élément ne dépassent pas la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (**IAEA, 2003**)

D'après la figure 62, l'accumulation du cuivre par les branchies marque des concentrations plus élevées par rapport au filet. Dans les branchies, la concentration la moins importante est enregistrée au mois de novembre avec une valeur de 0.25 mg/kg, la plus importante au mois de septembre avec une valeur de 1.09 mg/kg. Dans le filet, la concentration est minimale pendant le mois d'octobre avec une valeur de 0.13 mg/kg et maximale durant le mois de décembre, égale à 0.55 mg/kg.

3) Le zinc :

Les résultats obtenus montrent que l'accumulation du zinc par l'anchois de Ghazaouet est importante dans les branchies par rapport au filet et que les concentrations de cet élément varient au cours du temps. Le zinc est un oligo-élément indispensable à la vie mais à faibles concentration pour les organismes vivants, chez les poissons. Son accumulation se concentre principalement dans les branchies. Selon le tableau IV-26 les teneurs enregistrées de cet élément ne dépassent pas la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (IAEA, 2003)

D'après la figure 63, l'accumulation du zinc par les branchies est moins importante pendant le mois de septembre avec une valeur de 11,46 mg/kg et elle est maximale durant le mois d'août avec une valeur de 18.66 mg/kg. Dans le filet la concentration est minimale pendant le mois d'octobre avec une valeur de 1,65 mg/kg et maximale durant le mois de juillet avec 5,44 mg/kg.

4) Le cadmium :

Contrairement à de nombreux métaux (cuivre, zinc, fer...), le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants (Chiffolleau J.C., 2001). Par contre, le cadmium est un xénobiotique placé sur la liste noire de la plupart des conventions internationales de pollutions selon sa cytotoxicité, génotoxicité, son potentiel de bioaccumulation et sa persistance (Taylor, 1983). Le cadmium chez les poissons est absorbé par voie branchiale principalement et aussi par l'intestin. Ses concentrations varient suivant les organes qui seraient de l'ordre : le cœur, les branchies, les intestins (vers le filet) et les reins (Metayer et al, 1987). Les concentrations enregistrées dépassent la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (IAEA, 2003) pour le filet pendant le mois de juillet et novembre et les branchies durant presque toute la période d'étude sauf le mois de Novembre.

Selon la figure 64, les teneurs en cadmium chez l'anchois de Ghazaouet montrent de grandes fluctuations au cours du temps avec une forte accumulation de cet

élément par les branchies par rapport au filet. Cependant, et d'après les résultats obtenus, l'accumulation du cadmium par les branchies est faible pendant le mois d'août avec une valeur de 0.04 mg/kg, elle est maximale durant le mois de décembre avec une valeur de 0.45 mg/kg. Dans le filet, la concentration est minimale durant le mois d'octobre avec une valeur de 0.12 mg/kg et maximale pendant le mois de septembre avec 0.25 mg/kg.

5) le fer :

Selon la figure 65, le fer marque sa présence pour l'anchois de cette région avec des concentrations très élevées quelque soit l'organe durant les six mois de prélèvements avec toujours une forte accumulation par les branchies. Bien que cet élément soit essentiel pour la vie des êtres vivants, il pourrait présenter un danger de toxicité assez modérée. Pour la vie aquatique, cette toxicité est difficile à préciser car elle est fonction de l'état chimique du métal et aussi de la présence du précipité de l'hydroxyde de fer qui tend à se déposer sur les branchies de poissons et entraîner leur colmatage (**Galaf et Ghannam , 2003**). Selon le tableau IV-26, les teneurs enregistrées de cet élément ne dépassent pas la dose maximale admissible pendant toute la période d'étude (**IAEA, 2003**). D'après la représentation graphique (Fig 64) l'accumulation du fer par les branchies arrive à son maximum durant le mois de septembre avec une valeur de 92.51 mg/kg et un minimum pendant le mois de décembre avec 19.41 mg/kg. Les concentrations enregistrées au niveau du filet sont nettement inférieures à celles des branchies, avec une valeur maximale durant le mois de juillet (16.1 mg/kg) et un minimum pendant le mois d'octobre (3.17 mg/kg).

6) le nickel :

De même que l'anchois de Béni Saf, là aussi, nous notons une forte accumulation de cet élément par les branchies. Les concentrations enregistrées du Nickel dépassent la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (**IAEA, 2003**) surtout pour les branchies pendant le mois de juillet, septembre, octobre et novembre.

D'après la figure 66, l'accumulation du nickel par les branchies est moins importante pendant le mois de juillet avec une valeur de 2,02 mg/kg, elle est maximale

durant le mois d'août avec une valeur de 0.15 mg/kg. Par ailleurs, dans le filet, la concentration est minimale pendant le mois d'août et décembre avec une valeur 0.06 mg/kg et maximale durant le mois de juillet avec 0.96 mg/kg.

7) le chrome :

L'accumulation du chrome par l'anchois de Ghazaouet présente une variabilité remarquable au cours du temps (Fig. 67) avec une forte accumulation de ce métal par les branchies par apport au filet, sauf pour le mois d'août où on remarque une forte accumulation par le filet.

Le chrome est connu en fait comme élément essentiel à la vie animale (Ifremer, 2001). L'impact immédiat de sa présence dans le milieu marin se manifeste par sa concentration dans les différents organismes aquatiques.

Les organismes même loin des zones polluées concentrent le chrome dans leurs organismes (Galaf et Ghannam, 2003). Les concentrations enregistrées de cet élément pendant toute la période d'étude dépassent largement la dose maximale admissible indiquée dans le tableau IV-26 (IAEA, 2003).

4.3 Traitement statistique :

Statistiquement vue, l'analyse de nos résultats par le test de **Student** appliqué par « **R 2.8.0** » montre que la valeur p (probabilité de rejeté de H_0) est comme suit pour les différents éléments métalliques retenus dans cette étude pour chaque organe dosé (Branchie, Filet).

Branchies (Ghazaouet, Béni Saf)

Cd : p = 0.879

Cu: p = 0.511

Fe: p = 0.480

Pb: p = 0.104

Zn: p = 0.210

Ni : p = 0.503

Cr : p = 0.182

Filet (Ghazaouet, Béni Saf)

Cd : p = 0.827

Cu: p = 0.137

Fe: p = 0.901

Pb: p = 0.657

Zn: p = 0.258

Ni : p = 0.356

Cr : p = 0.276

Autrement dit, la valeur de $p > 0.05$ pour tous les métaux que ce soit dans les branchies ou dans le filet, ceci indique que quelque soit la station (Ghazaouet /Béni Saf) les concentrations moyennes des métaux ne présentent pas une différence

significative donc le facteur station n'est pas perceptible dans la contamination métallique de l'anchois.

4.4 Comparaisons des résultats concernant les niveaux de concentration dans le filet (chair) de l'anchois avec des valeurs de références fixé par l'OMS et la directive européenne (2000/60/CE) et quelques études antérieures :

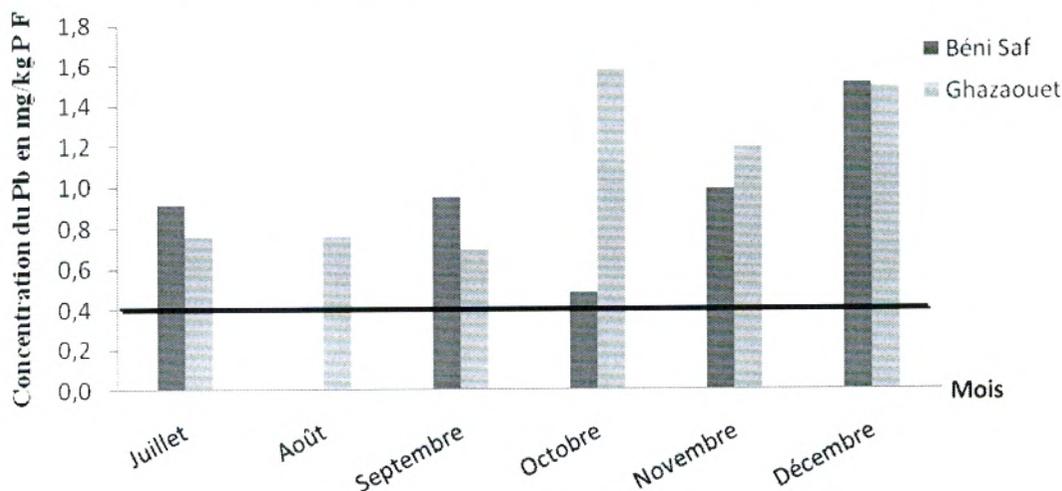


Figure 68: Les niveaux de concentration du plomb dans la chair (filet) de l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf (par apport aux valeurs de référence fixé par la directive européenne, 2000/60/CE) (INERIS, 2006).

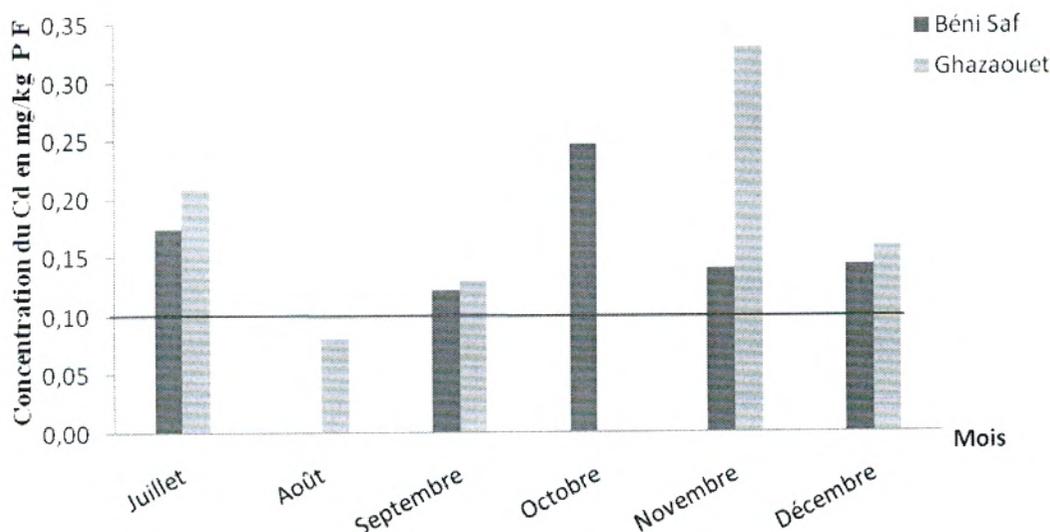


Figure 69: Les niveaux de concentration du cadmium dans la chair (filet) de l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf (par apport aux valeurs de référence fixé par la directive européenne 2000/60/CE) (INERIS, 2006).

Tableau IV-27: Comparaison des concentrations pour quatre métaux dans le filet des poissons clupéiformes de l'atlantique (golf de Gascogne, France) et de la méditerranée (la baie de Ghazaouet et de Béni Saf, Algérie), les concentrations exprimées en mg/kg.

Auteurs	Espèce	Concentration en mg/kg	Zn	Cu	Cd	Pb
Cossa <i>et al.</i> , 1990	Hareng <i>Clupea harengus</i> Manche-Est	Moy	19,5	1,77	0,011	0,03
		Ecart Type	5,4	0,7	0,004	0,01
		Min	10,6	0,86	0,004	0,03
		Max	34,8	3,36	0,025	0,05
Cossa <i>et al.</i> , 1990	Merlus <i>Merluccius merluccius</i> Atlantique (Nord-Gascogne)	Moy	15,4	0,71	0,005	0,04
		Ecart Type	1,6	0,17	0,006	0,02
		Min	12,4	0,51	0,002	0,03
		Max	19,9	1,12	0,03	0,08
Cossa <i>et al.</i> , 1990	Maquereau <i>Scamber scamber</i> Atlantique (Nord-Gascogne)	Moy	24,3	2,38	0,065	0,06
		Ecart Type	5,4	0,7	0,025	0,03
		Min	15,2	1,45	0,031	0,03
		Max	34,4	4,41	0,119	0,15
Présente étude	Anchois <i>Engraulis encrasicolus</i> Méditerranée (Béni Saf)	Moy	14,18	0,49	0,17	0,97
		Ecart Type	2,91	0,29	0,09	1,45
		Min	11,46	0,3	0,12	0,48
		Max	18,66	0,75	0,25	1,51
Présente étude	Anchois <i>Engraulis encrasicolus</i> Méditerranée (Ghazaouet)	Moy	3,8	0,31	0,15	1,08
		Ecart Type	0,85	0,29	0,15	0,82
		Min	1,65	0,13	0,08	0,69
		Max	5,44	0,55	0,33	1,58

*Les chiffres en gras dépassent les valeurs de références fixée par la directive européenne 2000/60/CE (INERIS, 2006): Cadmium 0,1 mg/kg et Plomb 0.4 mg/kg (ces deux élément sont parmi les métaux lourds les plus dangereux pour la santé humaine).

D'après une comparaison des concentrations pour quatre métaux lourds dans la chair (filet) des poissons clupéiformes de l'atlantique (golfe de Gascogne, France) et de la méditerranée (la baie de Ghazaouet et Béni Saf, Algérie), par rapport aux valeurs de références fixés par la directive européenne 2000/60/CE (Tab.IV-27) pour les produit de la mer (INERIS, 2006) et selon les figures 67 et 68 nous pouvons retenir que les concentrations de ces éléments métalliques ont atteint un niveau critique dans la chair (filet) de l'anchois de ces deux régions d'étude (Ghazaouet et Béni Saf) ce qui peut engendrer des effets néfastes sur la santé du consommateur.

4.5 Conclusion

Les résultats apportés par cette étude ont montré que chaque organe étudié chez l'anchois (Branchies, Filet) accumule les éléments métalliques à un gradient différent. Cette concentration est relativement importante au niveau des branchies par rapport au filet.

Les concentrations de ces métaux sont influencées par le taux de présence de chacun des éléments dans le milieu environnant, le mode de pénétration des éléments métalliques et le pouvoir bioconcentreur et bioaccumulateur de chaque organe.

D'après les teneurs métalliques moyennes enregistrées dans les branchies et le filet de l'anchois de Béni Saf et de Ghazaouet nous pouvons tirer les observations suivantes :

- l'accumulation métallique par les branchies est largement supérieure à celle du filet, quelque soit le métal ou la région, sauf pour le nickel dans la région de Béni Saf où nous remarquons l'inverse.
- une forte accumulation du fer et du zinc par rapport aux autres métaux étudiés quelque soit l'organe considéré.

A cet effet, nous pouvons tirer les gradients des concentrations suivants :

Béni Saf	{	Branche : Fe > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.
Ghazaouet	{	Branche: Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.

Le suivi de l'évolution mensuelle des teneurs en métaux pour l'anchois des deux régions montre une grande fluctuation au cours du temps avec une forte accumulation de la majorité de ces éléments par les branchies par rapport au filet. Le niveau de ces concentration varie d'un métal à un autre selon le besoin de l'organisme (certains métaux sont même essentiels aux processus biologiques).

La comparaison des résultats obtenus dans cette étude avec des valeurs de références montre un niveau critique de ces éléments métalliques dans la chair (filet) de l'anchois (Pb, Cd et Cr) de ces deux régions ce qui peut engendrer des effets néfastes sur la santé du consommateur.

Il est intéressant de développer dans l'avenir des recherches plus approfondies pour mieux évaluer le niveau actuel de ces concentrations métalliques au niveau de cette espèce et d'autres par :

- l'étalement de la période d'étude au delà de six mois ;
- l'a minimisation du risque d'erreurs. ;
- l'adoption d'une deuxième méthode de minéralisation et de dosage (Minéralisation par voie humide,...).

CONCLUSION GENERALE
& RECOMMANDATION

Conclusion générale

L'absence de connaissance sur l'anchois fréquentant l'extrême Ouest Algérien (Ghazaouet et Béni Saf) justifie l'étude que nous avons entreprise. L'anchois est une espèce à rendement très important, dans les revenus de la pêche algérienne, mais dans ces dernières années elle est considérée comme surexploitée, par conséquent une bonne gestion de cette ressource halieutique est l'assurance de son auto renouvellement. Après un rappel des résultats obtenus relatif à sa biologie et la bioaccumulation de quelques métaux lourds, nous tenterons d'envisager les perspectives d'avenir pour protéger les stocks de cette espèce.

Sur la côte de l'extrême Ouest algérien nous pouvons distinguer une population d'anchois localisée sur cette zone (Ghazaouet) qui présente au point de vue vertèbres les caractéristiques du groupe « Méditerranée occidentale » $X : 45,56 \pm 0,14$ de **Fage (1920)**.

- Les indices métriques dans les deux régions d'étude nous montrent que :
 - l'indice céphalique à une relation inverse avec la taille,
 - l'indice pré-dorsal croît avec la taille des individus,
 - l'indice pré-anal croît aussi avec la taille de l'anchois.
- Pour tous ces caractères métriques, aucune variation significative d'un sexe à l'autre n'est observée.

Le suivi mensuel de RGS pour les deux zones d'études montre des pics de cet indice, durant les mois, juillet, août et septembre pour l'anchois de la baie de Ghazaouet et pour ceux de Béni Saf, c'est le mois de juillet (RGS plus de 6%), pour les autres mois les valeurs de RGS sont légèrement basses. Le sex-ratio global est en faveur des mâles pour les deux régions d'étude. Cependant, cette valeur globale est à prendre avec précaution, car le sex-ratio varie en fonction du mois de capture et de la taille des individus. En effet, la dominance des femelles ou les mâles est variable d'un mois à l'autre et le pourcentage des femelles croît avec la taille et cela pour l'anchois de Béni Saf et de Ghazaouet.

Selon la relation taille-poids, nous constatons pour les deux sexes que le poids de l'anchois de la région de Ghazaouet croît plus vite que sa longueur et nous observons l'inverse pour l'anchois de la région de Béni Saf.

Le régime alimentaire de l'anchois de la baie de Béni Saf et celui de l'anchois de Ghazaouet (Sud-Ouest de la Méditerranée Algérienne) est strictement zooplanctonophage pendant la période d'étude allant de Septembre à Décembre 2007.

- L'indice de vacuité retrouvé chez l'anchois varie selon la zone géographique considérée : Ghazaouet : $V=12.7\%$ et Béni Saf : $V=19.35\%$, avec une vacuité moyenne de 15.96% .
- Le spectre alimentaire de l'anchois est diversifié dans les deux stations, il se compose essentiellement des larves de Crustacés dont le plus grand pourcentage est celui des Copépodes suivis des Amphipodes. Les autres catégories de proies parmi les crustacés et des larves de Mollusques (Gastéropodes et Bivalves) sont moins importantes.
- Le régime alimentaire présente une variation selon la taille et cela, pour les individus d'anchois de Béni Saf qui appartiennent aux classes de tailles comprises entre $6.5-9.5$ cm, soit des stades juvéniles qui se dirigent vers des proies de petites de taille.
- Le régime alimentaire présente une légère variation mensuelle. Cette variation est marquée par l'absence de quelques catégories de proies selon la région d'étude.

Les concentrations des métaux étudiés sont influencées par le taux de présence de chacun des éléments dans le milieu environnant, le mode de pénétration des éléments métalliques et le pouvoir bioconcentreur et bioaccumulateur de chaque organe.

- D'après les teneurs métalliques moyennes enregistrées dans les branchies et le filet de l'anchois de Béni Saf et de Ghazaouet nous pouvons dire que :
 - L'accumulation métallique par les branchies est largement supérieur a celle du filet, quelque soit le métal ou la région, sauf pour le nickel dans la région de Béni Saf où nous remarquons l'inverse.

- Une forte accumulation du fer et du zinc par rapport aux autres métaux étudiés quelque soit l'organe dosé.

A cet effet, nous pouvons tirer les gradients des concentrations suivants :

Béni Saf	{ Branchie : Fe > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.
Ghazaoue	{ Branchie: Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd. Filet : Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cu > Cd.

La comparaison des résultats obtenus dans cette étude avec des valeurs de références montre un niveau critique de ces éléments métalliques dans la chair (filet) de l'anchois (Pb, Cd et Cr) de ces deux régions ce qui peut engendrer des effets néfastes sur la santé du consommateur. D'après un test statistique, les concentrations moyennes des métaux ne présentent pas une différence significative, le facteur station n'est pas perceptible dans la contamination métallique de l'anchois.

Compte tenu de l'état actuel du stock et afin de garantir une exploitation rationnelle et durable des ressources de l'anchois, il est recommandé de:

- augmenter la taille minimale autorisée au delà de 9 cm ;
- instaurer une fermeture saisonnière de la pêche dans les zones côtières qui connaissent des concentrations importantes des jeunes d'anchois pour limiter la pêche des juvéniles, sur lesquels s'exerce une pression de pêche importante ;
- instaurer un repos biologique durant les mois qui coïncident avec le pic de la ponte de cette espèce ;
- interdire la pêche des petits pélagiques dans les zones sensibles abritant d'importantes concentrations de larves d'anchois.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

ABBAS L & ABBAS A., 2008. Etude morphologique de l'anchois *Engraulis encrasicolus* L.1758, dans le littoral Algérien et contribution à l'étude de sa reproduction dans le golfe de Bejaia. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement. Univ.de Bejaïa. 85p.

ALDBERT, Y. & H. TOURNIER., 1971. La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe de Lion, *Rev. Trav. Inst. Pêche maritime*, 35 (1) 57-75

ALEXANDROV, A.I., 1927. Anchovy from Azov-Black Sea basin and its origin and taxonomy. *Proc.Kerch Fish. Stn.*1/2 and 3: 43 pp.

AMIARD, j. c., 1988. Réflexions sur l'estimation des flux des éléments traces dans les organismes aquatiques. *J. Rech. Océanog* : p36

A.N.A.T, 1996. Agence national pour l'aménagement du territoire. Plan directeur d'aménagement en urbanisme (PDAU) groupement des communes Béni Saf, Sidi Safi, Emir Abdelkader, 117P.

ANONYME, 2004. Cartes des chalutages effectuée par le navire océanographique espagnole Vizconde de Eza.

ANONYME., 2006. Tout sur l'anchois- la fiche technique de l'anchois (www.guglielmifr.df/IMG/PDF/Anchois.pdf)

ANDREU & RODRIGUEZ., 1951. Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y replecion estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalan, acompanado de relacion de pescas de huevos planctonicos de estas especies. *Publ. Inst. Biol. Apl.*,1993-232.

AOUAMEUR, D., 1990. Contribution a l'étude de certains métaux lourds dans les sédiments superficiels de la baie d'Alger. Mémoire d'ingénieur d'état. I.S.M.A.L :62p.

ARBAULT S & LACROIX N., 1971. Aires de ponte de la sardine de sprat et de l'anchois dans le golfe de Gascogne et sur les palataux celtiques, résultat de saison d'étude rev des trav de l'institut des pêches Mart.

ARNE P., 1931. Contributions à l'étude de l'Anchois du golfe de Gascogne (*Engraulis encrasicolus* L.) .Rev.Trav. off. Pêche Marit., 4 (2) : 153-181pp.

ARRIGNON J., 1966. L'anchois (*engraulis encrasicolus* L.) des côtes d'Oranie. Rev. Trav.Inst. pêches Marit, (30).4.

AUGERD., 1989. Méthode de dosage du cadmium, du cuivre, du plomb et du zinc dans les milieux biologiques. Rapp. Direction Environnement Recherches Océaniques (DERO) 07-MB

AUGIER, H., 2008. Le livre noir de l'environnement: Etat des lieux planétaire sur les pollutions.3Monaco : Editions Alphée, Jean-Paul Bertrand. 601 p.

BA IBRAHIMA SAMBA., 1988. Biologie et dynamique des populations d'anchois (*engraulis encrasicolus*) des cotes mauritaniens. Thèse doctorat 3eme cycle. Université de Bretagne. 132.

BASILONE, G., GUISANDE, C., PATTI, B., MAZZOLA, S., CUTTITTA, A., BONANNO, A., & KALLIANIOTIS, A., 2004. Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Fisheries research 68, 9-19., doi:10.1016/j.fishres.2004.02.012.

BAUCHOT M L., PRAS A. 1980. Guide des poissons marins d'Europe. DELACHAUX et NIESTLE. Neuchâtel, Paris. P427.

BAUCHOT, M. L., 1987. Poissons osseux. In Fisher, W., M.Schneider & M. L. Bauchot, (eds), Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et mer Noire, Zone de pêche 37, Vertébrés: 861–1422.

BENDIMERED, M A., 2000. Effet de la pollution cadmique sur une population de moules *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1816) – Notion de bio essai- Mémoire de Magister en science de l'environnement université d'Oron –Es SENIA- p5-7.

BEN ALAYA H., 1992. Etat des ressources et tentatives d'aménagement des pêcheries dans la région du CGPM. Rap. comm. au Colloque : Pour qui la Méditerranée au 21ème Siècle, 30 mars-5 avril 1992, Montpellier, France : 13-20.

- BOUDJATIT S., & AMIRAT DJAMEL E., 2006.** Estimation de la biomasse exploitable et du F0, 1 d'*Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) de la baie d'Alger : 49P
- BOUGIS P., 1952.** Recherches biométriques sur le rouget (*Mullus barbatus L.* et *Mullus surmuletus L.*). *Arch. Zool. Exp. Gen.*, 89, 59-174
- BOUQUET, D .2001 .** La méditerranée en péril : p1-4.
- BULGAKOVA Y.V., 1993.** Daily feeding dynamics of the Black Sea anchovy, *Engraulis encrasicolus*, *J. Ichthyol.* pp78–88.
- BULKAKOVA Y.V., 1996.** Feeding in the Black sea anchovy : diet composition, feeding behaviour, feeding periodicity and daily rations. *Sci. Mar.*, 60 (2): 283-284.
- CAMPILLO A., 1992.** Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France. p206
- CALAPAJ R., 1978.** Le contenu en Hg, Pb, Cd, Cu, Fe, Zn de certains poissons bathyfiles et d'un crustacé du détroit de messive. *Rev. Int. Océanogr. Med.*, Tome LI-LII.
- CANESI L., CIACCI C., PICCOLI G., STOCCHI V., & VIARENGO A GALLO J., 1998.** In vitro and in vivo effects of heavy metals on mussels digestive gland hexokinase activity: the role of glutathione.261-268.
- CASAS S., 2005 :** Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranée. Thèse de doctorat en Océanographie biologique, Environnement marin. Univ. Du Sud Toulon Var. 301p
- CAPLAT C., 2001.** Caractérisation géochimique de sédiments fins du littoral du Calvados (Baie de Seine) – Comparaison de matériaux portuaires contaminés à des matériaux non contaminés de la baie des Veys, Université de Caen, Th.Univ. Sciences de la Terre et de l'Univers, 182p.
- CGPM., 2007.** Conclusions et recommandations des quatre sous-comités du comité scientifique consultatif. Rapport de la commission générale des pêches pour la méditerranée.

CHEVREUX, E. & FAGE, L., 1925. *Faune de France* (9) Amphipodes. Le chevalier edit. Paris, 488 p.

CHIAPPA-CARRARA X. & GALLARDO-CABELLO M., 1993. Feeding behavior and dietary composition of the Northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard (Pisces: Engraulidae) off Baja California, Mexico, Cienc. Pp285–305.

CHIFFOLEAU J.C., 2001. *La contamination métallique*, IFREMER, Région Haute Normandie, (Programme scientifique Seine- Aval), 8, 39p.

COLLIGNON J., 1991. *Ecologie et biologie marines : introduction à l'halieutique*. Paris .Edt. Masson. 45-87 p.

CONWAY, D. V. P., COOMBS, S. H. & SMITH, C. 1998. Feeding of anchovy *Engraulis encrasicolus* larvae in the northwestern Adriatic Sea in response to changing hydrobiological conditions. Marine Ecology Progress Series 175, 35–49.

COOMBS, S.H., BOYRA, G., RUEDA, L.D., URIARTE, A., SANTOS, M., CONWAY, D.V.P., & HALLIDAY, N.C., 2004. Buoyancy measurements and vertical distribution of eggs of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Marine Biology 145, 959-970., doi:10.1007/s00227-004-1389-4.

CORT J. L., 1974. Quelques données biologiques de l'anchois du Golfe de Gascogne capturé pendant la saison 1974. Cons.Int. Expl. Mer. p6

CORT J. L., CENDRERO O & IRIBAR X., 1977. La anchoa, *Engraulis encrasicolus* (L) del Cantabrico : Resultados de las campanas de 1974, 1975 y 1976. Bul. Inst. Espan. Océanogr. 220(1). 34p.

COSSA, D., AUGER, D., AVERTY, B., LUCON, M., MASSELIN, P., NOEL, J. & SANJUAN, J. 1990. Niveaux de concentration en métaux, métalloïdes et composés organochlorés dans les produits de la pêche côtière française. IFREMER SDP, Brest, France.

COSTELLO M.J., 1990. Predator feeding strategy and prey importance: new graphical analysis. J. Fish. Biol. 36:261-263.

COTZIAS G.C., 1967. Importance of traces substances in environmental health as exemplified by manganese. University of Missouri's first annual conference on trace substance in environmental health, Missouri, U.S.A, University of Missouri Press.

DAJOZ R., 1996. Précis d'écologie. Edt. Dunod. pp 178.

DEBRACH, J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc méridional* ; 32 : 11-34.

DELAVIE, P., 2001. Les phénomènes de pollution dans les pays en voie de développement Hachette multimédia. 25p.

DEMIR N., 1965. Synopsis of biological data on Anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus.1958), (Mediterranean and adjacent seas). F.A.O. Fish. Synopsis, (26): 42p.

DIEUZEIDE R.NOVELLA M. & ROLAND J., 1954. Catalogue des poissons des cotes Algériennes Bull .Sta.Acquic.peche casteglione, (5) :258P

DJABALI, F. & F. HEMIDA., 1989. Reproduction de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* Linné) de la région d'Alger, *Pelagos*, 7 (1) 11-14.

DONNIER B., 2007. Pollution chimique en Méditerranée. *C E R B O M. (I N S E R M)*. Nice.

DRAGESUND, O., 1964. Etude de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) dans le golfe de Naple et sur leur comportement sous l'influence de la lumière artificielle, *Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Med.*, (23) 26p.

DULZETTO F., 1938. Sui caratteri biometric dell acciuga *Engraulis encrasicolus* del Golfo Catalonia. *Ball. Pesca Pesci. Idrobiol.* 14 (2) 180-200.

F.A.O., 1985. Rapports de la consultation d'experts chargés d'examiner les variations de l'abondance et de la composition spécifique des stocks néritiques. FAO Rapport sur les pêches No 291, Volume 1.

F.A.O., 1986. Fiche d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noir. Zone de pêche, 37p

F.A.O., 1987. Fiche identification d'espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et Mer noire. Zone de pêche 37. Rv 1Vol 2.

F.A.O., 2000. F.A.O, Species catalogue Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. (Suborder CLUPEOIDEI) An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. Whitehead,P.J.P. 1985. FAO Fish. Synop. (125) Vol.7 Pt. 2:305-579.

F.A.O., 2003. Directives techniques pour une pêche responsable. Supl. Rome. FAO. No (4) :235p.

FAGE L., 1911. Recherche sur la biologie de l'anchois. (*Engraulis encrasicolus* Linné ,1758) ; race, age, migration. Ann. Inst. Océanogr., Paris 2(4) : 140p.

FAGE L., 1920. Engraulidae, Clupeidae. Rép. .Dan. Océanographe. Expéd. Médi. Adj. Seas., 2biol. (A.9) 140p.

FERREIRO, M.J. & U. LABARTA, 1984. Spawning areas and seasons of three clupeid species (*Sardina pilchardus*, *Sprattus sprattus* and *Engraulis encrasicolus*) in the Rias of Vigo (Galician coasts, NW Spain), *Cybium*, 8 (3) 79-96.

FISHSTAT., 2005. FAO Fishery department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3 2000. GFCM capture production 1970 – 2002.

FORBES V. E., T.L, FORBEST.L & JEAN-LOUIS RIVIERE., 1997. Ecotoxicologie. théorie et applications. Edition Quae,Pari, p 27.

FURNESTIN J., 1945. Notre première sur l'anchois, *engraulis encrasicolus* L., de golfe de Gascogne Rev.Trav Off Sci Tch Pêche Mrit.13 (1-4) ,197-209Pp.

FURNESTIN J & COUPE R., 1948. Les caractéristiques morphologiques des anchois (*Engraulis encrasicolus*, L.) du Maroc. Rev. Trav. Off. Sci. Techno. Pkches mart. n° 13.

FURNESTIN J. & FURNESTIN M.L., 1959. La reproduction de la sardine et de l'anchois des côtes Atlantiques du Maroc (saisons et aires de ponte). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit*, 23 (1):pp79-102.

GAAMOUR, L. BEN ABDALLAH, S. KHEMIRI & S. MILI., 2004. Etudes de la biologie et de l'exploitation des petits pélagiques en Tunisie. *MedSudMed Technical Documents No.5*. p 53.

GALAF F& GHANNAM S., 2003. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu, mémoire du troisième cycle présent pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat en Agronomie Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.p2.

GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Edt. Lavoisier. Paris. 220p.

GIRALDEZ A & ABAD R., 1995. Aspects on the reproductive biology of the western Mediterranean anchovy from the coasts of Malaga (Alboran Sea).

GUILLAUME J., KANSHIK S, BERGOT P & METAILLER R., 1999. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés, coéd. INRA-Editions. P224-228.

HEMIDA, F., 1987. Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région Algéroise, biologie et exploitation. Thèse de Magistère en halieutique U.S.T.H.B Alger : pp138.

HUREAU, J. C., 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr.*; Monaco, 68, 139: 1-250.

HYSLOP E.J., 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17 : 411-429.

HISLOP, J.R.G., ROBB, A.P., BELL, M.A. & ARMSTRONGr, D.W., 1991. The Diet and food consumption of whiting (*Merlangius merlangus*) in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 48 : 139-156.

IAEA., 2003. International Atomic Energy Agency. Trace elements and methylmercury in fish tissue.p407.

IFREMER, 2001. Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2000- Réseau Intégrateurs Biologiques (RINNBIO). 93p.

IFREMER, 2004. Analyse de la pêcherie des petits pélagiques, sardine et anchois dans le golfe de Gascogne. Rapport de stage intégré de début de 2^{ème} année. p 8.

IFREMER, 2009. Contaminants chimiques. Basse-Normandie. [http://www.ifremer.fr/contaminant chimiques/éléments radioactifs.](http://www.ifremer.fr/contaminant_chimiques/elements_radioactifs)

INERIS, 2006. Elément sur l'origine et le mode d'élaboration des valeurs réglementaires de l'eau, de l'air et des denrées alimentaires, applicables en France pour les substances chimiques. Rapport d'étude. Pp1-93.

ISTPM. 1982. Rapport de mission sur l'évaluation des ressources halieutiques de la marge continentale Algérienne : stocks pélagiques. Stocks démersaux exploitables au chalut. Campagne Thalassa, Ichtyos, joamy: pp 101.

JAMES A.G., 1987. Feeding ecology, diet and field-based studies on feeding selectivity of the Cape anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist, in: Payne A.I.L., Gulland J.A., Brink K.H. (Eds.), The Benguela and comparable ecosystems, S. Afr. J. mar. Sci. Pp 673–692.

JONES R., 1982. Ecosystems, food chains and fish yields. ICLARM Conf.Proc., 9:195–239.

JAUNIAUX Thierry, 1997. BIOLOGIE des Mammifères Marins : PATHOLOGIE ET AUTOPSIES Service de Pathologie Général Faculté de Médecine Vétérinaire Université de Liège Sart-Tilman Belgique p8.

JUNEMAN, V. & JOHANESSON, K., 1974. Résultats d'une campagne de prospection acoustique: abondance et distribution des ressources en poissons pélagiques dans les eaux algériennes. Projet PNUD/FAO de développement des pêches, Algérie: p 41.

JUNQUER S. & PEREZ-GANDARAS G., 1993. Population diversity in Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) as revealed by multivariate analysis of morphometric and meristic characters. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 383-391.

KACHER M., 2004. LE MERLU DU GOLFE DE GASCOGNE ET DE LA MER CELTIQUE : Croissance, Répartition spatiale et Assemblages. THESE Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université du Littoral - Côte d'Opale. p119-121.

KADRI LARBI., 1988. Anchois (*Engraulis encrasicolus* L 1758) de la région de Béni Saf estimation de quelques paramètres biologiques et dynamiques. Mémoire d'ingénieur d'état en océanographie, I.S.M.A.L., Alger : pp 7-81.

KARLOVAC C.J., 1963. Contribution à la connaissance de la ponte de l'anchois *Engraulis encrasicolus* dans la haute Adriatique, *Rec. Doc. Coun. Int. Mer Médit.*, 17 (52), 321-326.

KARTAS F., 1981. Les clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique Est et de la Méditerranée. Thèse de Doctorat d'Etat. Faculté des sciences de Tunis. 608p.

KARTAS F. & QUIGNARD J.P., 1984. La fécondité des poissons téléostéens. *Coll. Biol. milieu marins*, Masson éd., Paris, 121 p.

KNOLL, J. & FROMM, P.O., 1960. Accumulation and elimination of hexavalent chromium in rainbow trout. *Physiol. Zool.*, 33: 1-8.

KONCHINA Y.V., 1991. Trophic status of the Peruvian anchovy and sardine, *J. Ichthyol.* pp 59-72.

LECLAIRE L., 1972. La sédimentation Holocène sur le versant méridional du bassin Algero Baléares (précontinent Algern). Mémoire Musium histoire naturelle. Paris ; série C Tome. 24P.

LEE, R.M., 1920. A review of methods of age and growth determination in fishes by mean of scale fisheries, *Fish. Invest. London*, 2 (4) 32p

L.E.M (Laboratoire d'Etudes Maritimes), 1997. Etude d'impact sur l'environnement du dragage du port de Ghazaouet. Alger. 34p.

LETACONNOUX R., 1954. Observation sur la sardine des Açores et nouvelle contribution à l'étude de genre sardina. inst.sci. tchec. pêche marit. notes et rapp.11 :37-56Pp.

LUCIO P., & URIARTA A., 1990. Aspects of the reproductive biology of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during 1987 and 1988 in the Bay of Biscay. Ices Council Meeting 1990 (Collected Papers). Ices, Copenhagen (Denmark), 20 p.

LUOMA S. N., 1983. "Bioavailability of trace metals to aquatic organisms - a review." Sci. Total. Environ. 28: 1-22.

M.A.T.E., 2002. Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD).p44.

MAURIN.CL., 1962. Etude des Fonds Chalutables de la Méditerranée Occidentale (écologie et pêche). Résultats des campagnes des navires océanographiques « Président-Théodore-Tissier »1957 à 1961 et « Thalassa » 1960 et 1961. Pp 191-207.

MEGNOUNIF A, BOUANANI A, TERFOUSA & BABAHAMED K., 1999. Distributions statistiques de la pluviométrie et mise en évidence de l'influence du relief (Cas des Monts de Tlemcen, Nord-Ouest Algérien). *Revue des Sciences et Technologie*, 12 : 77-80.

METAYER C, AMIARD J.C & TRIQUET C, 1987. Accumulation de quelques éléments métalliques (Cd, Pb, Cu, Zn) chez la sole (*Solea solea*) et le filet (*Platichthys flesus*) variation en fonction de l'âge et organotropisme. Tome XVI.

MILLAN, M, 1999., Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). *Fish. Res.*, 41 (1) : 73-86.

MILLOT C, 1987. La circulation générale en méditerrané occidental .Annale de géographie n°549. Marseille : p497-51.

MINITAB, 1998. Logiciel statistique, version 12 en français
www.minitab.com/francais.

MIQUEL, M., 2001. Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 2979 Assemblée Nationale, N°261 Sénat.

MONTEIRO R S O., 2002. FISH GROWTH MODELLING. Growth of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Tagus Estuary, Portugal. DEA Modeling of the Marine Environment 2001/2002.56p.

MORALES-NIN, B., & PERTIERRA, J.P., 1990. Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the Northwestern Mediterranean Sea. *Marine Biology* 107, 349-356.

M.P.R.H., 2003. Informations sur l'aménagement des pêches dans la République Algérienne Démocratique.

M.P.R.H., 2004. Plan national de développement de la pêche et de l'aquaculture, 2003-2007 :77p.

M.P.R.H., 2004. Recueil de textes réglementaires de pêche et aquaculture (tome 1), décembre 2004. pp 211.

M.P.R.H., 2006. Les statistiques des pêches. Rapport du Ministère de la pêche et des ressources halieutiques. ISBN: 9947-0-1427-4.

NAVAZ J.M., 1948. Nueva contribución al estudio de la anchoa de la costa vasca. Bol. fns. esp. Ocean., 7 : 15 p.

PLOUNEVEZ S. & G. CHAMPALBERT., 1999. Feeding Behaviour and Trophic Environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 49: 177-191.

PICOT A. 2003. Intoxication de l'organisme par les métaux lourds et autres toxiques. Conférence ADNO. Paris : 13p.

PLOUNEVEZ S & CHAMPALBERT G., 2000. Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea), *Oceanologica Acta*, Vol 23.177-192.

QUINARD J.P, T.HAMDOUNI & ZAOUALI., 1973. Données préliminaires sur les caractères biométriques des anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) des côtes de Tunisie et du lac Ichkeul, *Rev .Trav.Inst. pêches marit ;* 37(2) ,191-195Pp.

RAMADE F., 1992. Précis d'écotoxicologie. Edt. Masson. 224p.

RANDALL, D., B. EDDY & D. MACKINLAY., 2000. Ion transfer across fish gills. International Congress on the Biology of Fish, University of Aberdeen, Scotland.p42.

RE, P., FARHINA, A. & I. MENSES., 1983. Anchovy spawning in portuguese estuaries (*Engraulis encrasicolus* Pisces : Engraulidae), *Cybium*, 7 (1) 29-38.

REGOLI F., NIGRO M. & ORLANDO E., 1998. Lysosomal and antioxidant responses to metals in the *Antarctic scallop Adamusium Colbecki*. *Aquatic toxicology*: 375.

RIANDEY V., CHAMPALBERT G., CARLOTTI F., TAUPIER-LETAGE I. & D. THIBAULT-BOTHA., 2005. Zooplankton distribution related to the hydrodynamic features in the Algerian Basin (western Mediterranean Sea) in summer 1997. *Deep-Sea. Res.*, 52: 2029–2048.

ROCHETTE J., 2007. La Méditerranée. Nature et culture .Rev électronique Neptunus, CDMO, Université de Nantes. Vol. 13-3.Pp1-9.

RODIER J., 1996. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles – Eaux résiduares – Eaux de mer. 8^{ème} edt. Dunod. 1383p.

ROSE, M., 1933. Copépodes pélagiques. Faune de France, vol. 26. Paul Lechevalier, Paris, 374 pp.

R.2.8.0., 2008: The R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0.

SANTANDER, H. & AL., 1983. Egg mortality of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) caused by cannibalism and predation by sardines (*Sardinops sagax*). *FAO Fish.Rep./ FAO Inf.Pesca*,(291)Vol.3:1011–26.

SCHWARTZ D., 1983. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 3^e édition, 7^e triage. FLAMMARION ed.318p.

SENNAI CHENITI, S., 2003. Mise en place d'un réseau d'échantillonnage. Les petits pélagiques de l'extrême ouest Algérien. Centre national d'études et de documentation pour la pêche et l'aquaculture (CNDPA).

SHEVCHENKO N.F. 1980. Geographical changing of anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Mediterranean basin (in Russian). *Ichtyol. J.*, 20(1/120):20-30.

SINOVCIC G., 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.). in the Central Adriatic. *Acta Adriatica*. p19.

SINOVCIC G., 2000. The population dynamics of the juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), under the Estuarine conditions (Novigrad Sea-Central Eastern Adriatic). *Cah.Options Mediterr.*35: PP 273-282.

STERGIOU I.K., & LASCARATOS, A., 1997. Climatic variability and the anchovy/sardine ratio in Hellenic waters. *GeoJournal* 41, 245-254.

STONER A.W & R.J LINGVISTON. 1984. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from sea-grass meadows. *Copeia*, 1984:174-178.

TAYLOR, D., 1983. The significance of the accumulation of cadmium by aquatic organisms. *Ecotox. Environ. Safe.* 71: 33-42.

TREGOUBOFF G. & M. ROSE, 1957. Manuel de planctonologie méditerranéenne. I (texte), 587 p. II (illustrations), 207 pp., Paris, C.N.R.S.

TUDELA, S. & I. PALOMERA., 1995. Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwest Mediterranean sea during the spawning period. *Marine Ecology Progress Series* 129: 55–61.

TUDELA, S. & I. PALOMERA., 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). Marine Ecology Progress Series 160, 121–134.

VALDES SZEINFELD E., 1991. Cannibalism and intraguild predation in clupeoids. Mar Ecol Prog Ser 79:17-26.

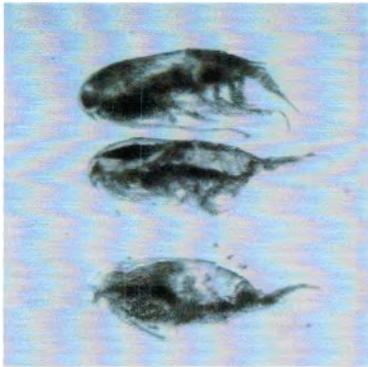
VALENTI, D., FIASCONARO, A., & SPAGNOLO, B., 2004. Role of the colored noise in pattern formation and spatial correlation. International Workshop on Stochastic Resonance: New Horizons in Physics and Engineering.

VAN DER PUTTE, I., LAURIER M.B.H.M. & VAN EIJK G.J.M., 1982. Respiration and osmoregulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to hexavalent chromium at different pH values. *Aquat Toxicol*, **2**, 99-112.

WHITHEAD P.J., G.J.NELSON & T.WONGRATANA., 1988. F.A.O, Species catalogue. Vol. 7. Clupeid fishes of the world (Suborder Clupeiidae). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, Anchovies and Wolf herrings. Part 2 – Engraulidae . FAO Fish. Synop. 125(7/2) : 579p.

Annexes

Les Photos de quelques Copépodes et Amphipodes prises au laboratoire.



Aetideus armatus



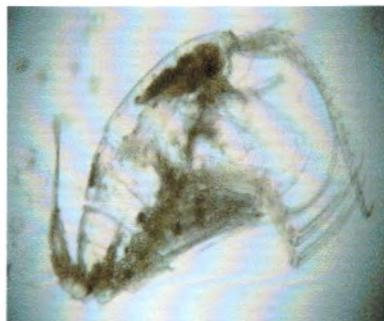
Pleuromamma abdominalis



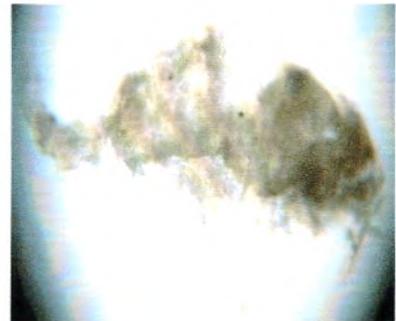
Zoé de Brachyoure



Saphirina metalina



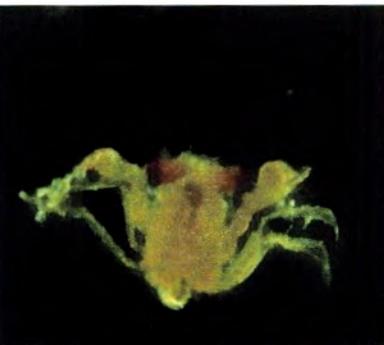
Candacia longimana



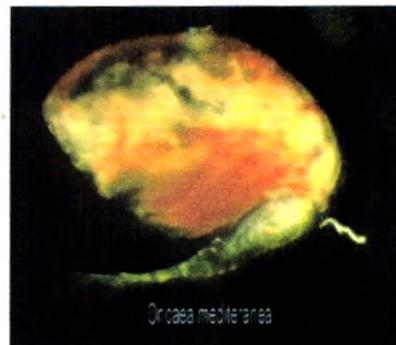
Centropages chiearchea



Centropages chiearchea



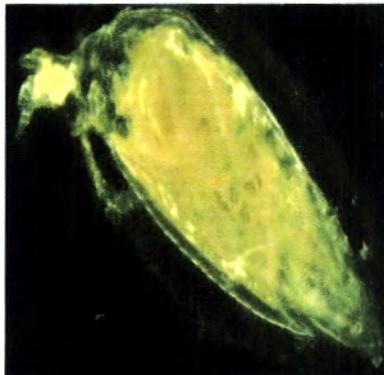
Mégalopes de Crabes



Oncaea mediterranea



Scolecithrix danae

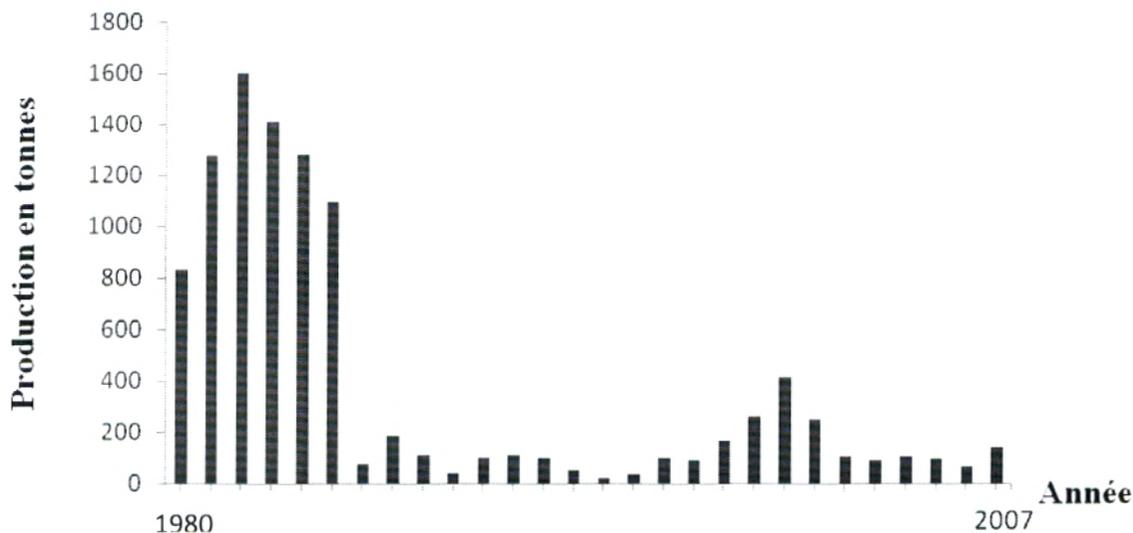


Euchirella messinensis

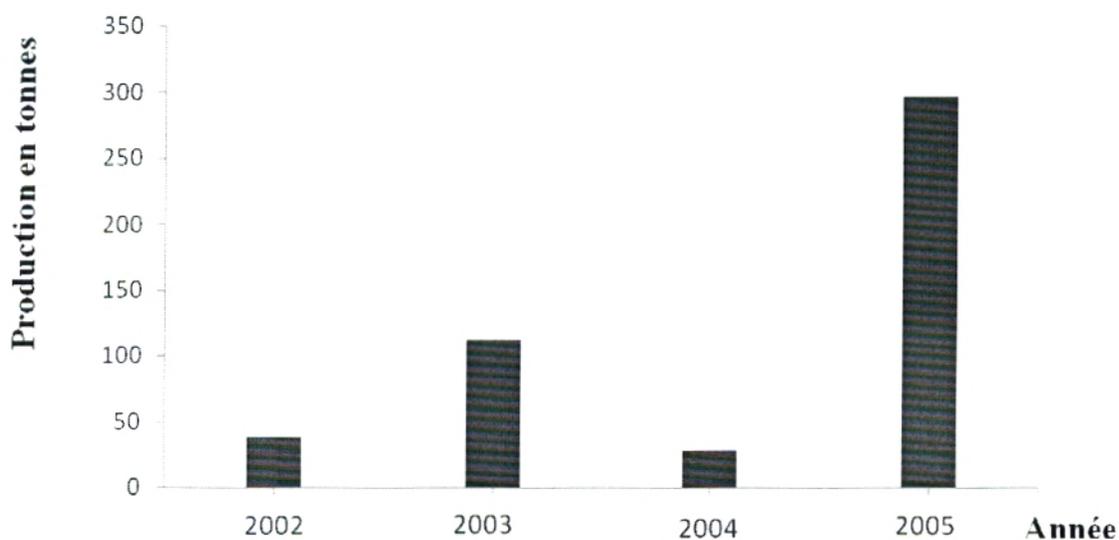


Hyperia schizogeneios

La production annuelle de l'anchois au niveau de Ghazaouet de puis 1980-2007 d'après le DPRH de la Wilaya de Tlemcen (2007) et de Béni Saf de puis 2002-2005 d'après le DPRH de Témouchent (2005).



Evolution de la production de l'anchois au niveau de la région de Ghazaouet de puis 1980 jusqu'à 2007.



Evolution de la production de l'anchois au niveau de la région de Béni Saf de puis 2002 jusqu'à 2005.

Résultats de Analyse statistique par un test de Student appliqué sur MINITAB (Partie Biométrie)

➤ Population d'anchois de Ghazaouet :

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES Moyenne
C1	14	19,969	0,349	0,093
C2	15	19,779	0,264	0,068

95% IC pour $\mu C1 - \mu C2$: (-0,049; 0,428)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = 1,64 P = 0,11 DL = 24

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES Moyenne
C1	14	42,217	0,633	0,17
C2	15	42,458	0,518	0,13

95% IC pour $\mu C1 - \mu C2$: (-0,68; 0,20)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = -1,12 P = 0,28 DL = 25

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES Moyenne
C1	14	57,428	0,754	0,20
C2	15	57,756	0,921	0,24

95% IC pour $\mu C1 - \mu C2$: (-0,97; 0,31)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = -1,05 P = 0,30 DL = 26

➤ **Population d'anchois de Béni Saf:**

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES	Moyenne
C1	12	19,662	0,274	0,079	
C2	14	19,838	0,459	0,12	

95% IC pour mu C1 - mu C2: (-0,480; 0,13)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = -1,21 P = 0,24 DL = 21

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES	Moyenne
C1	12	42,385	0,722	0,21	
C2	14	42,347	0,802	0,21	

95% IC pour mu C1 - mu C2: (-0,58; 0,66)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = 0,13 P = 0,90 DL = 23

Test t et intervalle de confiance pour 2 échantillons

T à deux échantillons pour C1 en fonction de C2

	N	Moyenne	Ecart-type	ES	Moyenne
C1	12	58,196	0,613	0,18	
C2	14	57,97	1,25	0,33	

95% IC pour mu C1 - mu C2: (-0,56; 1,02)

mu du test t C1 = mu C2 (en fonction de non =): T = 0,61 P = 0,55 DL = 19

Résultats de Analyse statistique par un test de Student appliqué sur R
(Partie dosage des métaux lourds)

Two Sample t-test: alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval: Branchies (Ghazaouet/Béni Saf)

data: Br\$Pb by Br\$Stations

Pb : $t = 1.8049$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.1046$

Cu : $t = 0.6837$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.5114$

Zn : $t = 1.3491$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.2103$

Fe : $t = -0.8249$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.4308$

Cd : $t = -0.1566$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.879$

Ni : $t = -0.697$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.5034$

Cr : $t = -1.4465$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.1820$

Two Sample t-test: alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval: Filets (Ghazaouet/Béni Saf)

Pb : $t = -0.4586$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.6574$

Cu : $t = 1.6303$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.1375$

Zn : $t = 1.2072$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.2581$

Fe : $t = 0.1271$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.9017$

Cd : $t = 0.224$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.8278$

Ni : $t = 0.9719$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.3565$

Cr : $t = -1.1586$, $df = 9$, $p\text{-value} = 0.2764$

Liste des figures

Figure 1: Le littoral algérien avec l'emplacement des différents sites de débarquements	7
Figure 2 : Fluctuations de la production nationale de la sardine et de l'anchois	13
Figure 3 : Schéma général du cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin et en rapport avec le milieu terrestre	26
Figure 4 – Morphologie externe d' <i>Engraulis encrasicolus</i>	31
Figure 5 : La répartition géographique mondiale d' <i>Engraulis encrasicolus</i>	32
Figure 6 : La position de l'anchois dans la chaîne alimentaire	33
Figure 7 : Des anchois pêchées avec la sardine et le saurel	37
Figure 8 : Localisation de Ghazaouet et Béni Saf	40
Figure 9: Le port de pêche de Béni Saf	41
Figure 10: Photo du port de Béni Saf	41
Figure 11: Plan domanial du port de Ghazaouet	42
Figure 12: Des photos du Port de Ghazaouet	43
Figure 13 : Carte bathymétrique de la région d'Ouest algérienne (Béni Saf et Ghazaouet)	44
Figure 14 Nature des sédiments à l'extrême Ouest algérien	45
Figure 15: Circulation de l'eau atlantique modifiée	46
Figure 16: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1953) pour les deux stations d'étude	53
Figure 17 : Climagramme d'Emberger (1955)	55
Figure 18: Carte de position des zones de pêches	57
Figure 19 : Schéma des différentes mensurations réalisées sur l'anchois	61
Figure 20 : Photos d'Otolithes d'anchois prises au laboratoire	62
Figure 21 : Photos de la colonne vertébrale de l'anchois prises au laboratoire	63
Figure 22: Schéma représentant les différentes étapes du traitement des contenus stomacaux de l'anchois	65

Figure 23 : Le diagramme théorique de Costello (1990) et son interprétation selon deux axes	67
Figure 24 : Protocole expérimental adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche	70
Figure 25 : Schéma de principe d'un spectrophotomètre d'absorption atomique	72
Figure 26 : Indice moyen céphalique des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet	81
Figure 27 : Indice moyen pré-dorsal des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet	83
Figure 28: Indice moyen pré-anal des mâles et des femelles dans la baie de Ghazaouet	85
Figure 29 : Les indices métriques moyens d'anchois en fonction de la taille dans La baie de Ghazaouet	87
Figure 30: Indice moyen céphalique des mâles et des femelles dans la baie de Béni Saf	89
Figure 31: Indice moyen pré-dorsal des mâles et des femelles dans la baie de Béni Saf	91
Figure 32: Indice moyen pré-anal des mâles et des femelles dans la baie de Béni Saf	93
Figure 33: Les indices métriques moyens d'anchois en fonction de la taille dans la baie de Béni Saf	95
Figure 34 : Indice moyen céphalique pour les deux régions d'étude	97
Figure 35 : Indices moyens pré-dorsaux pour les deux régions d'étude	97
Figure 36 : Indices moyens pré-anaux pour les deux régions d'étude	97
Figure 37 : Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS %) moyen de l'anchois dans la région de Ghazaouet	100
Figure 38 : Evolution mensuelle du rapport gonado-somatique (RGS %) moyen de l'anchois dans la région de Béni Saf	101
Figure 39: Evolution mensuelle du sex-ratio de l'anchois dans la région de Béni Saf	103

Figure 40 : Evolution mensuelle du sex-ratio de l'anchois dans la région de Ghazaouet	104
Figure 41 : Sex-ratio en fonction de la taille pour l'anchois de Béni Saf	105
Figure 42 : Sex-ratio en fonction de la taille pour l'anchois Ghazaouet	106
Figure 43 : Abondances relatives de différentes proies ingérées par l'anchois de Béni Saf	113
Figure 44 : Abondances relatives de différentes proies ingérées par l'anchois de Ghazaouet	114
Figure 45 - Diagramme fréquence d'occurrence-numérique des grands groupes de proies chez l'anchois de Ghazaouet	117
Figure 46 - Diagramme fréquence d'occurrence-numérique des grands groupes de proies chez l'anchois de Béni Saf	117
Figure 47 : Fréquence d'occurrence des proies en fonction de la taille d'anchois dans la baie de Ghazaouet	119
Figure 48 : Fréquence d'occurrence des proies en fonction des mois dans la baie de Béni Saf	120
Figure 49 : Fréquence d'occurrence des proies en fonction des mois dans la baie de Ghazaouet	121
Figure 50 : Fréquence d'occurrence des proies en fonction des mois dans la baie de Ghazaouet	122
Figure 51 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d'anchois de Béni Saf	129
Figure 52 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d'anchois de Ghazaouet	129
Figure 53 : Comparaison des concentrations métalliques moyennes dans les différents organes (branchies, filet) d'anchois de Ghazaouet et Béni Saf	130
Figure 54 : Variations temporelles des concentrations du plomb exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	131
Figure 55 : Variation temporelles des concentrations du cuivre exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	132

Figure 56: Variations temporelles des concentrations du zinc exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	132
Figure 57: Variations temporelles des concentrations du cadmium exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	133
Figure 58: Variations temporelles des concentrations du fer exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	133
Figure 59: Variations temporelles des concentrations du nickel exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	134
Figure 60: Variations temporelles des concentrations du chrome exprimées en mg/kg chez l'anchois de Béni Saf	134
Figure 61: Variations temporelles des concentrations du plomb exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	138
Figure 62: Variations temporelles des concentrations du cuivre exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	139
Figure 63: Variations temporelles des concentrations du zinc exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	139
Figure 64: Variations temporelles des concentrations du fer exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	140
Figure 65: Variations temporelles des concentrations du cadmium exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	140
Figure 66: Variations temporelles des concentrations du nickel exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	141
Figure 67 : Variations temporelles des concentrations du chrome exprimées en mg/kg chez l'anchois de Ghazaouet	141
Figure 68: Les niveaux de concentration du plomb dans la chair (filet) de l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf	146
Figure 69: Les niveaux de concentration du cadmium dans la chair (filet) de l'anchois de Ghazaouet et de Béni Saf	146

Liste des tableaux

Tableau I-1. Répartition des wilayas maritimes par région	7
Tableau I-2 : Compagnes d'évaluation des ressources halieutiques (petits pélagiques) au niveau de la frange côtière algérienne	9
Tableau I-3 : Tailles minimales marchandes des principales espèces des petits Pélagiques	11
Tableau I-4: Ratio de production des ressources halieutiques	12
Tableau I-5 : Principaux facteurs mis en cause dans la fluctuation des densités d'anchois et de sardine	15
Tableau I-6 : Capacités de bioconcentration de quelques espèces marines	23
Tableau I-7: Eléments et masse atomique et volumique relatives des métaux étudiés	27
Tableau I-8: La présentation des métaux lourds étudiés selon sont utilisation et leurs toxicités	28
Tableau I-9 : Analyse nutritionnelle moyenne pour 100 g d'anchois cru et en filets à huile en semi-conserve	35
Tableau II-1: Précipitations mensuelles exprimées en mm de la région de Ghazaouet (période 1996-2006)	51
Tableau II-2 : Températures exprimés en °C de la région de Ghazaouet	51
Tableau II-3: Précipitations mensuelles exprimées en mm de la région de Béni Saf (période 1997-2006)	52
Tableau II-4: Températures exprimés en °C de la région de Béni Saf	52
Tableau II-5 : Synthèse des données climatiques d'après les deux stations météorologiques	54
Tableau III-1 : Les caractères morphologiques et biologiques qui diffèrent entre une race Atlantique et une race Méditerranéenne selon Fage (1920)	59
Tableau III-2 : Les longueurs d'ondes des différents métaux	72
Tableau IV-1: La répartition des individus en fonction du nombre de vertèbres	76

Tableau IV-2: les variations de nombre de vertèbres en fonction de la taille d'anchois pour les deux sexes	77
Tableau IV-3: Les différences dans les moyennes vertébrales du littoral Maghrébin	77
Tableau IV-4 : Indice céphalique moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet	80
Tableau IV-5: Indice pré-dorsal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet	82
Tableau IV-6 : Indice pré-anal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Ghazaouet	84
Tableau IV-7: Indices métriques moyens par classes de taille d'anchois pour la région de Ghazaouet	86
Tableau IV-8 : Indice céphalique moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni-Saf	88
Tableau IV-9 : Indice pré-dorsal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni Saf	90
Tableau IV-10 : Indice pré-anal moyen par classe de taille et par sexe de l'anchois pour Béni Saf	92
Tableau IV-11: Indices métriques moyens par classes de taille d'anchois pour la région de Béni Saf	94
Tableau IV-12 : La comparaison entre les différents indices étudiés dans les deux régions en fonction de sexe	95
Tableau IV-13: Comparaison des indices métriques moyens entre les régions étudiées en fonction de la taille d'anchois	96
Tableau IV-14: Valeurs moyennes des caractères métriques d'anchois observées dans différentes régions du monde	98
Tableau IV-15: Les moyennes mensuelles de RGS de l'anchois de chaque station d'étude	100
Tableau IV-16: Sex-ratio global pour l'anchois de Béni Saf et Ghazaouet	102
Tableau IV-17: Comparaison du Sex-ratio de la population d' <i>Engraulis</i>	103

encrasicolus dans différentes régions

Tableau IV-18: Les fréquences absolues et relatives des mâles et des femelles 105
en fonction de la taille pour l'anchois de Béni Saf

Tableau IV-19 : Les fréquences absolues et relatives des mâles et des femelles 106
en fonction de la taille pour l'anchois de Ghazaouet

Tableau IV-20: Composition qualitative (Ensembles/groupes) du régime 110
alimentaire d'*Engraulis encrasicolus* de l'extrême Ouest algérien

Tableau IV-21: Pourcentages d'occurrence (F%), numérique (N%) des proies 111
identifiées dans les contenus stomacaux de l'anchois de l'extrême Ouest algérien
(Béni Saf, Ghazaouet)

Tableau IV-22: Les différents Indices écologique calculés pour le régime 116
alimentaire de l'anchois de Ghazaouet et Béni Saf

Tableau IV-23 : Le classement des catégories de proies selon leur occurrence 118
pour l'anchois de Ghazaouet

Tableau IV-24 : Le classement des catégories de proies selon leur occurrence 120
pour l'anchois de Béni Saf

Tableau IV-25 : Les teneurs maximales, moyennes, minimales et écarts types 128
des différents éléments métalliques exprimés en mg/kg du poids frais pour les
deux organes (branchies, filet) de chaque région durant la période d'étude
(Juillet-Décembre 2007)

Tableau IV-26 : Valeurs de références des doses maximales admissibles (DMA) 131
dans le tissu des poissons marins fixés par IAEA, 2003

Tableau IV-27: Comparaison des concentrations pour quatre métaux dans le 147
filet des poissons clupéiformes de l'atlantique (golf de Gascogne, France) et de
la méditerranée (la baie de Ghazaouet et de Béni Saf, Algérie), les concentrations
exprimées en mg/kg

ملخص

غياب المعلومات حول سمكة الأنشوة التي تتراد أقصى الساحل الغربي الجزائري (الغزوات وبني صاف) برّر هذه الدراسة التي قمنا بها. سمكة الأنشوة نوع ذو مرد ودية جد مهمة في مدا خيل الصيد البحري الجزائري، لكن يبدو في السنوات الأخيرة أنها عرفت استغلالا مفرطا، وبالتالي فإن التسيير الجيد لهذه الموارد السمكية هو الضمان لتجدها الذاتي.

في أقصى الساحل الغربي الجزائري يمكن أن نميز فصيلة من الأنشوة متواجدة في هذه المنطقة (الغزوات) والتي تظهر من حيث الفقرات خصوصيات فئة "المتوسط الغربي" حسب ترتيب (أو تصنيف) "فاج". نسبة الجنس هي لصالح الذكور في كلا المنطقتين. بالنسبة للنظام الغذائي لهذا النوع فإنه يتغذى على الكائنات البحرية الدقيقة الحيوانية خلال فترة إجراء هذه الدراسة وفي الغالب على ما يعرف بالمجذافي الأرجل "Copépodes" (يرقات القشريات).

ولتكتملة هذه الدراسة، ارتأينا الاهتمام كذلك بما يعرف بالبيو التراكمي لسبعة معادن ثقيلة (زنك، الرصاص، الكادميوم، النحاس، الحديد، الكروم، النيكل) من طرف هذا النوع من الأسماك وذلك من أجل تقييم نسبة التلوث بالمعادن في ساحل بني صاف وكذا الغزوات. تبين أن تراكم المعادن في الخياشيم يكون عادة أكبر منه في فيليه مهما كان المعدن أو المنطقة المعتبرة، وهذا مع تجاوزات ملاحظة مقارنة مع القيم المرجعية خاصة بالنسبة للرصاص، الكادميوم والكروم.

الكلمات المفتاحية: الأنشوة، المقاييس الحيوية، التكاثر، النظام الغذائي، التلوث، المعادن الثقيلة، الغرب الجزائري.

RESUME

L'absence de données sur l'anchois fréquentant l'extrême Ouest Algérien (Ghazaouet et Béni Saf) justifie l'étude que nous avons entreprise. L'anchois *Engraulis encrasicolus*, Linné, (1758) est une espèce à rendement très important, dans les revenus de la pêche algérienne, mais durant ces dernières années elle est considérée comme surexploitée, par conséquent, une bonne gestion de cette ressource halieutique est l'assurance de son auto renouvellement.

Sur la côte de l'extrême Ouest Algérien nous pouvons distinguer une population d'anchois localisée sur cette zone (Ghazaouet) qui présente au point de vue vertèbres, les caractéristiques du groupe « Méditerranée occidentale » selon la classification de Fage.

Le sex-ratio global est en faveur des mâles pour les deux régions d'étude.

Le régime alimentaire de cette espèce est strictement zooplanctonophage pendant la période d'étude par la prédominance des Copépodes (larves de Crustacés).

Pour compléter cette étude, nous nous sommes intéressés aussi à la bioaccumulation de sept éléments métalliques (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Cr, Ni) chez cette espèce pour évaluer le taux de contamination métallique au niveau de littoral de Béni Saf et de Ghazaouet. L'accumulation métallique par les branchies est en général largement supérieur à celle du filet, quelque soit le métal ou la région, avec des dépassements observés par rapport aux valeurs de références surtout pour le Plomb, le Cadmium et le Chrome.

Mots clés : Anchois, Biométrie, Reproduction, Régime alimentaire, Pollution, Métaux lourds, Ouest Algérien.

SUMMARY

Absence of Anchovy data frequenting in the extreme West coasts of Algeria (Ghazaouet and Béni Saf) justifies the Study that is carried out. Anchovy *Engraulis encrasicolus* Linné, (1758) is the species with very important yielding, in the Algerian fishery revenue; however, during the last years, has been over-exploited. Consequently; a good management of these main fishing resources is the assurance of auto-renewability.

Regarding the number of vertebrae, the Anchovies of the Algerian west coast (Ghazaouet) we distinguish an anchovy population which presents the group characteristics of « occidental Mediterranean », according to Fage classification.

The global sex-ratio is in favor of males for two regions.

The diet of this species was strictly zooplanktivorous during the period of this study with the predominance of the copepods (crustacean larva).

To complete this study, we were interested in the bioaccumulation of seven metal elements (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Cr, and Ni) in the species to evaluate the rate of metal concentration in the littoral of Béni Saf and Ghazaouet. The metal accumulation is, in general, very important in the heart in comparison with the net, beyond observable data in comparison with the reference values especially Pb, Cd and Cr.

Key words: Anchovy, Biometry, Reproduction, Feeding, Pollution, heavy metals, Algerian west.