

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Bejaïa

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Biologiques de L'environnement
Filière : Science de l'environnement
Option : Sciences naturelles de l'environnement



Réf.....

Mémoire de fin de cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Évaluation de la bioaccumulation de quelques
métaux lourds dans le Merlu, (*Merluccius
merluccius L, 1758*) du golfe de Béjaïa**

Présenté par:
BENSAID Djamel et SAIT Bilal
Soutenue le 11/06/15

Devant le jury composé de :

M ^{me} MANKOU	MAA	Président
M ^{me} ZABOUDJ.I	Professeur	Encadreur
M ^{me} GHARBI	MCB	Examineur
M ^{me} BETATACHE-ALIK O.	Cadre(CNRDPA)	Invité

Année: 2014/2015

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu, le tout puissant de nos avoir accordé santé et courage pour accomplir ce travail.

Nous exprimons nos sincères et chaleureux remerciements à, notre promotrice M_{me} ZEBBOUDJ .A, pour le temps et l'attention qu'elle a bien voulu consacrer au bon déroulement de notre travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenté notre profonde gratitude et nos plus sincères remerciements à notre co-promotrice M_{me} BETATACHE-ALIK.O, pour sa compréhension, sa grande contribution, sa disponibilité et ses précieux conseils et orientations.

Nos remerciements sont également exprimés aux membres de jury: M_{me} MANKOU présidente, et M_{me} GHARBI examinatrice d'avoir accepté de jugé notre travail.

Nos plus vifs remerciements vont aussi au personnel de la Direction de la pêche et des ressources halieutiques (D.P.R.H) en particulier, M^r OUARDANI. A, et à celui du port spécialement Mr MOUHAMED , et sans oublier Mr BEKDOUCHE et RAMDANI pour nous avoir accueillis dans leurs laboratoire .

Enfin nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

A mon père et ma mère

Qui ont consacré leur noble existence à bâtir la mienne.

Je leur témoigne ici mon éternelle reconnaissance et ma profonde affection.

Que dieux le tous puissant le protège et leur prête une longue et heureuse vie.

A mes très chers frères et sœurs : LYES et MOURAD, FIFI. MERIEM, et a

toutes ma famille.

A mes très chers amis : Yaya, Bilal, Amer, Zahir, Capsi, Adel et tous autres amis.

A mon cher binôme Djamel ensemble nous avons pu faire et achever ce travail et avec qui j'ai partagé des bons moments.

Liste des Figures

Figure 01: Classification périodique des éléments (**Bryan 1976**)

Figure 02: Cycle géochimique simplifiée des métaux lourds (**Miquel, 2001**).

Figure 03: Le Merlu (*Merluccius merluccius* L. 1758).

Figure 04: Photographie de merlu posé sur le fond (**photo : R. Svensen**)

Figure 05: Formule radiare du Merlu (*Merluccius merluccius*, Linnée 1758 (**FAO.2010**))

Figure 06: Illustration de trois espèces différentes du genre *Merluccius* (**Alvarez et al., 2004**).

Figure 07 : Distribution géographique des merlus (genre *Merluccius*) (**Alvarez et al., 2004**)

Figure 08 : Cycle biologique et migration du Merlu (*Merluccius merluccius*) (**FAO, 2010**)

Figure 09 : Principales étapes de cycle de vie du merlu. (**Guichet, 1996 ;Bodiguel, 2008**).

Figure 10 : Présentation de la zone d'étude (**Google earth, 2014**).

Figure 11 : Circulation de l'eau d'origine atlantique (**Millot et Taupier-Letage, 2005**).

Figure 12 : Position du port de pêche du golfe de Bejaia (**Google earth, 2015**)

Figure 13: Flottille de pêche de Bejaïa (**a .b .c. photo originale**)

Figure 14: Préparation des échantillons de *Merluccius merluccius*.

Figure 15 : Mensuration et pesée des échantillons.

Figure 16: Organes internes de *Merluccius merluccius*.

Figure 17 : Testicule mâle

Figure 18 : gonade femelle

Figure 19: Minéralisation par voix humide

Figure 20: Protocole de minéralisation et de dosage en Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (**Amiard et al ; 1987**).

Figure 21 : Spectrométrie d'Absorption Atomique (**SAA**)

Figure 22 : Pourcentage des sexes du merlu dans le golfe de Bejaia.

Figure 23 : Evolution mensuelle du **RGS** et **RHS** des merlus femelles du golfe de Bejaia.

Figure 24 : Evolution mensuel du **RGS** et **RHS** des merlus mâles du golfe de Bejaia.

Figure 25: Evolution mensuel du facteur de condition **K** des merlus femelles et mâles

Figure 26: Teneur moyenne en eau dans le muscle du merlu de la baie de Béjaïa.

Figure 27: Concentrations en Pb des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais

Figure 28: Concentrations en Zn des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais

Figure 29: Concentrations en Ni des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais

Figure 30 : Evaluation mensuelle des teneurs en Zinc (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe.

Figure 31: Evaluation mensuelle des teneurs Plomb (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe.

Figure 32 : Evaluation des teneurs en Nickel (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe.

Figure 33 : Evaluation des teneurs en Plomb et Nickel (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* en fonction du sexe et des organes.

Figure 34 : Evaluation des teneurs en Zinc (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* en fonction du sexe et des organes.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Rapport du flux lié à l'activité humaine et le flux naturel des métaux lourds (Biney et *al.*, in Boulkrah, 2008)

Tableau 02 : Sources industrielles et agricoles des métaux présents dans l'environnement (Biney et *al.*, in Boulkrah, 2008)

Tableau 03 : Régime alimentaire de merlu (*Merluccius merluccius*)

Tableau 04 : Evolution mensuel du Rapport Hépat-Somatique **RHS** et du Rapport Gonado-Somatique **RGS** des merlus femelles du Golfe de Bejaia.

Tableau 05: Evolution mensuel du Rapport Hépat-Somatique **RHS** et du Rapport Gonado-Somatique **RGS** des merlus mâles du Golfe de Bejaia.

Tableau 06: Indice pondéral **K** mensuel des merlus femelles et mâles.

Tableau 07: Concentrations en Pb des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en g/g de poids frais

Tableau 08: Concentrations en Zn des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en g/g de poids frais

Tableau 09: Concentrations en Ni des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en g/g de poids frais

Tableau 10: Valeurs moyennes des ETM en fonction de classe de taille

Tableau 11: Valeurs moyennes du plomb et nickel en fonction du sexe.

Tableau 12: Valeurs moyennes du plomb et nickel en fonction du sexe.

Tableau 13: Comparaison entre les concentrations en éléments traces métallique du muscle de *Merluccius merluccius* et les doses maximales admissibles.

Tableau 14 : Concentrations moyennes en éléments en trace métallique (moyenne en mg/Kg P.F.) du muscle de poisson pêché le long du littoral algérien.

Liste des abréviations

D.P.R.H	: Direction de la pêche et des ressources halieutiques.
ETM	: Eléments traces métalliques
F	: Nombre de femelle
FAO	: Food and agriculture organisation.
FVR	: Fibre en verre renforcé
g/g	: Gramme par gramme
g/kg	: Gramme par kilogramme
g/l	: Gramme par litre
IFREMER	: L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IPCS	: International Programme-t-on Chemical Safety
K	: Coefficient de condition
KF	: Coefficient de condition femelle
KM	: Coefficient de condition mâle
Lt	: Longueur totale
M	: Nombre de mâle
Ni	: Nickel.
P.S	: Poids Sec
Pb	: Plomb
Pev	: Poids de poisson éviscéré
Pf	: Poids du foie
PF	: Poids frais
Pg	: Poids des gonades
PH	: Poids humide
Ppm	: Partie par million
Pt	: Poids totales
RGS	: Rapport gonado –somatique
RHS	: Rapport hépatosomatique
S.A.A.af	: Spectrophotomètre à absorption atomique a flamme.
SR	: Sex-ratio
UNEP	: United nations environment programme.
Zn	: Zinc.
♀	: Signe des femelles
♂	: Signe des mâles
C(PPM)	: Concentration en partie par million
CE	: Commission européen

SOMMAIRE

Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations

Introduction 1

Etude bibliographique

I. Généralités 3

I.1. Les métaux lourds 3

I.2. Les sources des métaux lourds dans l'environnement 4

I.2.1. Les sources naturelles 4

I.2.2. Les sources anthropiques 4

I.2.3. Processus physiologique de bioaccumulation des métaux lourds 6

I.2.3.1. La bioconcentration 7

I.2.3.2. La bioamplification 7

I.3. Le Plomb 7

I.3.1. Propriétés physico-chimiques 8

I.3.2. Utilisation 8

I.4.3. Propriétés toxiques 8

I.4. Le zinc 8

I.4.1. Propriétés physico-chimiques 9

I.4.2. Utilisation 9

I.4.3. Propriétés toxiques 10

I.5. Le Nickel 10

I.5.1. Propriétés physico-chimiques 10

I.5.2. Utilisation 10

I.5.3. Propriétés toxiques 11

II. Présentation de l'espèce merlu européen (*Merluccius merluccius* L, 1758) 12

II.1. Position systématique 14

II.2. Morphologie 14

II.3. Répartition géographique et habitat 16

II.4.	Migrations	17
II.5.	Biologie de l'espèce	17
II.5.1	Régime Alimentaire	18
II.5.2	Age et croissance	18
II.5.3	Reproduction	19
II.5.4	Cycle de vie du merlu	20

Matériel et méthodes

I.	Présentation de la zone d'étude	22
I.1.	Position géographique	22
I.2.	La zone de pêche	22
I.3.	Le Port de Bejaïa	25
I.4.	Type de pêche pratiquée et engins de pêche utilisés	26
I.4.1.	La pêche au chalut	26
I.4.2.	La pêche à la senne	26
I.4.3.	Les petits métiers	26
II.	Matériel et méthode	28
II.1.	Méthode d'échantillonnage	28
II.2.	Préparation des échantillons	28
II.3.	Méthodes de la minéralisation	31
II.3.1.	Préparation du matériel biologique	31
II.4.	Préparation des solutions d'étalonnage	33
II.4.1.	Préparation des solutions mères	33
II.4.2.	Préparation des solutions étalons	33
II.5.	Dosage des métaux lourds	33
II.6.	Sex- ratio	33
II.7.	Analyses biométriques et calcul des indices biologiques	34
II.7.1.	Coefficient de condition (K)	34
II.7.2.	Le rapport gonado-somatique (RGS)	34
II.7.3.	Le rapport Hépat-Somatique (RHS)	35
II.7.4.	Détermination de la teneur en eau	35

Résultats et discussions

I.	Résultats et discussions	36
I.1.	Sex-ratio global	36
I.2.	Indices pondéraux	37
I.2.1.	Rapport Gonado-Somatique (RGS) et Rapport Hépat-Somatique (RHS)	37
I.2.1.1.	Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus femelles	37
I.2.1.2.	Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus femelles	37
I.2.1.3.	Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus mâles	38
I.2.1.4.	Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus mâles	38
I.2.2.	Facteur de condition K	39
I.2.2.1.	Facteur de condition K des femelles	39
I.2.2.2.	Facteur de condition K des mâles	39
I.2.3.	Détermination de la teneur en eau	40
I.3.	Dosage des éléments traces (Pb, Zn, Ni)	40
I.4.	Bioaccumulation du Cd, Ni et Zn	44
I.5.	Variations des teneurs en métaux lourds par rapport aux classes de taille	44
I.6.	Variations des teneurs en métaux lourds en fonction du sexe	47
I.7.	Comparaison avec les doses recommandées	48
I.8.	Etats de la contamination du muscle du merlu par rapport à d'autres poissons péchés au niveau du littoral occidental algérien	49
	Conclusion	52

Introduction

Introduction

Les zones côtières algériennes sont considérées sur un plan écologique comme un système aquatique d'une très grande importance car elles hébergent une très grande variété d'espèces animales et végétales. Les polluants présents en mer sont majoritairement d'origine anthropique. Au niveau du littoral algérien, l'urbanisation galopante des zones littorales, et la croissance industrielle, ramènent leurs lots d'eau usée non traitée, rejetée directement en mer, s'ajoute à cela la forte affluence de touristes pendant l'été. Ce qui a mené à les classer comme zones à risque de pollution marine.

La pollution de ces zones côtières par des substances chimiques diverses peut avoir des conséquences graves sur l'équilibre écologique. La contamination par les métaux lourds est considérée comme un problème majeur compte tenu de leur toxicité et de leur pouvoir cumulatif dans les réseaux trophiques. Ainsi l'évaluation du niveau de contamination métallique dans les organismes marins permet de rendre compte de la qualité de ces zones côtières.

Le Merlu (*Merluccius merluccius* L. 1758) est un poisson dont la chair est fortement appréciée, et dont la valeur commerciale est importante. Ce poisson qui vit à proximité des fonds marins, a été recommandé comme espèce bio indicatrice par la **FAO-UNEP 1993**. De ce fait, des travaux ont été réalisés sur la bio contamination par les xénobiotiques (Éléments traces métalliques) sur le merlu (*Merluccius merluccius*) (**Storelli et al ; 2005; Belhoucine et al; 2008 ; Bodiguel, 2008; Ersoy et Celik; 2010; Aksu et al; 2011**). Toutefois, des lacunes persistent dans ce domaine notamment. Jusqu'à ce jour, aucune étude n'a été réalisée dans le golfe de Béjaïa sur la contamination du merlu par les métaux lourds.

Dans ce présent travail nous nous sommes proposés d'étudier trois métaux, le Nickel (Ni), le Zinc (Zn) et le Plomb (Pb), pour évaluer le niveau de la contamination métallique des eaux du golfe de Béjaïa. Ils ont été choisis car ce sont les plus représentés et les plus problématiques dans l'environnement, d'une part, **le zinc** est un oligo-élément, donc indispensable à la vie, mais dangereux à fortes concentrations. **Le nickel** et **le plomb** est en revanche toxique, même à faible concentration. Ils appartiennent aux contaminants classés prioritaires par l'union européen (**Haynes & Johnson, 2000 ; McPherson et Chapman, 2000 ; Hagopian-Schlekat et al., 2001**). Ils est aussi mesurables à l'état de traces, et les niveaux mesurés dans les tissus sont corrélés avec l'exposition (**Kraal et al.; 1995 ; Odzak et Zvonaric, 1995 ; Liang et al., 1999**). Le danger de cette pollution métallique dans le milieu

aquatique réside dans le risque toxicologique qui peut être induit lors de la consommation de ces produits, d'où son impact directe sur la santé humaine (**Amiard-Triquet et al., 1987**).

Le présent travail s'articule autour de trois parties :

La première partie: est une synthèse bibliographique, elle comporte:

- a) La présentation des généralités sur les métaux lourds, en mettant l'accent sur la pollution métallique, les propriétés et les effets de quelques métaux lourds.
- b) L'exposé des caractéristiques morphologiques et biologiques de l'espèce *M. merluccius*, et sont utilisation comme espèce bioindicatrice.

La deuxième partie: Présente les caractéristiques de la zone d'étude (golfe de Béjaïa). Elle relate aussi les différentes étapes expérimentales utilisées dans la réalisation de cette étude.

La troisième partie: est consacrée à la présentation des résultats, et à leurs discussions. Cette partie est clôturée par quelque suggestion pour la préservation et la protection de l'environnement dans le golfe de Béjaïa.

Synthèse bibliographique

I. Généralités

I.1. Les métaux lourds

Un métal est un élément chimique, ayant un éclat métallique, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques par sa dureté et sa malléabilité, se combinant avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie. On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5g par cm³.

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 ».

La classification en métaux lourds est souvent discutée car certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement « lourds » (ex : le zinc), tandis que certains éléments toxiques ne sont pas des métaux mais des métalloïdes (ex : l'arsenic) (**Fig 01**). Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfèrent à l'appellation métaux lourds, l'appellation « Eléments en traces Métalliques » (**ETM**) ou par extension « éléments traces » (**MIQUEL, 2001**), parmi les quels on distingue :

Des éléments traces essentiels : Indispensables au déroulement des processus biologiques mais à de très faibles quantités et deviennent toxiques à fortes concentrations. C'est le cas du fer(Fe), cuivre(Cu), zinc(Zn), cobalt(Co), manganèse(Mn), chrome(Cr), molybdène(Mo), sélénium(Se), nickel(Ni), Vanadium(V), Titane(Ti), Arsenic (As).

Les éléments traces non essentiels : Ils n'ont aucun rôle biologique connu. Ces derniers sont nommés toxiques tels que le plomb(Pb), le cadmium(Cd), le mercure(Hg) et l'antimoine(Sb) (**Chiffolleau et al., 2001**).

Ce sont des micropolluants de nature à entraîner des nuisances, même quand ils sont rejetés en quantités très faibles. Leurs toxicités se développent par bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire.

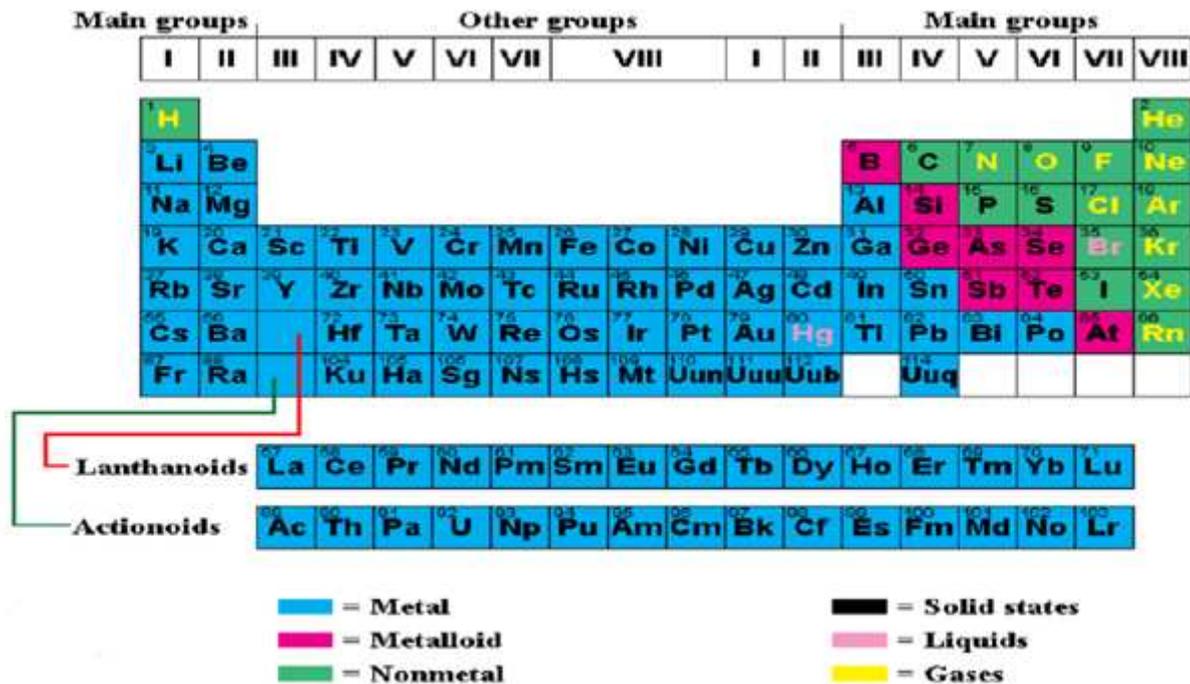


Figure 01 : classification périodique des éléments (Bryan 1976)

I.2. Les sources des métaux lourds dans l'environnement

Le développement industriel, agricole et urbain est à l'origine d'une augmentation des éléments traces métalliques dans l'atmosphère, le sol et l'eau. Les métaux lourds sont redistribués naturellement dans l'environnement par les processus géologique et biogéochimique (Magali, 2007).

I.2.1. Les sources naturelles

Tous les métaux lourds sont une part constituante naturelle de la croûte terrestre et sont donc toujours présents dans le sol, dans l'eau souterraine et dans l'eau de surface. Les formations géologiques, le sol, les océans et l'atmosphère sont les sources des éléments traces (Fig. 2).

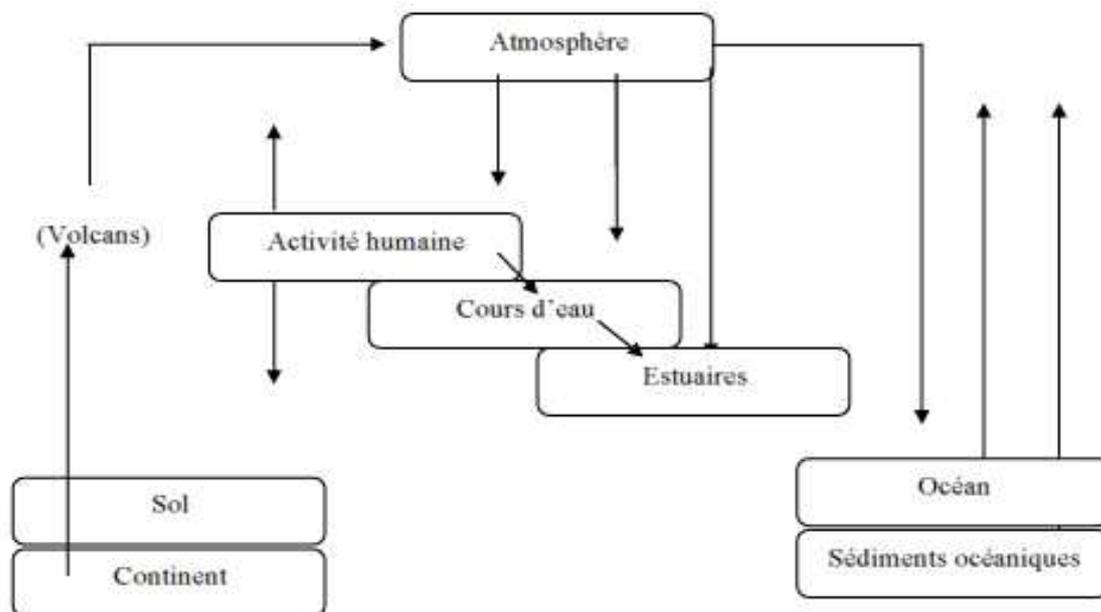


Figure 02 : Cycle géochimique simplifié des métaux lourds (Miquel, 2001).

I.2.2. Les sources anthropiques

Les propriétés physiques des métaux lourds les plus intéressantes sont: la conduction de chaleur, l'électricité, la dureté, la malléabilité et l'alliage. Les sources anthropogènes (Tableau 1 et 2) responsables de l'augmentation des flux de métaux sont: la pétrochimie, l'énergie fossile, les centrales électriques, le trafic routier, et les déchets urbains (Biney et al., in Boulkrah, 2008).

Tableau 01: Rapport du flux lié à l'activité humaine et le flux naturel des métaux lourds (Biney et al., in Boulkrah, 2008)

Élément	Flux lié à l'homme / Flux naturel (%)
Cadmium	1,897
Mercure	27,500
Chrome	1,610
Arsenic	2,786
Plomb	34,583

Tableau 02 : Sources industrielles et agricoles des métaux présents dans l'environnement (Biney et al., in Boulkrah, 2008)

Utilisations	Métaux
Batteries et autres appareils électriques	Cd, Pb, Zn, Mn, Ni
Pigments et peintures	Ti, Cd, Pb, Zn, Mn, Sn, Cr, Al, As, Cu, Fe
Alliages et soudures	Cd, As, Pb, Zn, Mn, Sn, Ni, Cu
Biocides (pesticides, herbicides)	As, Pb, Cu, Sn, Zn, Mn
Agents de catalyse	Ni, 11g, Pb, Cu, Sn
Verre	As, Sn, Mn
Engrais	Cd, Pb, Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn
Matières plastiques	Cd, Sn, Pb
Produits dentaires et cosmétiques	Sn
Textiles	Cr, Fe, Al
Raffineries	Ni, V, Pb, Fe, Mn, Zn
Carburants	Ni, Cu, Fe, Mn, Pb, Cd

I.2.3. Processus physiologique de bioaccumulation des métaux lourds

A l'échelle des organismes aquatiques, les mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces résultent des actions et des interactions entre trois ensembles de facteurs.

□ Les facteurs abiotiques, correspondant aux paramètres physico-chimiques des biotopes (colonne d'eau, sédiments).

□ Les facteurs de contamination, traduisant les modalités d'exposition et les capacités de transfert des métaux à partir du milieu environnant (voie directe) et, conjointement, des proies ingérées (voie alimentaire).

□ les facteurs biotiques, caractérisant les propriétés structurales et fonctionnelles des êtres vivants, en relation étroite avec les niveaux d'intégration pris en compte, depuis la base cellulaire jusqu'aux niveaux supérieurs (chaînes et réseaux trophiques).

I.2.3.1. La bioconcentration

Elle est définie comme étant le processus par lequel une substance (ou un élément) se trouve présente dans un organisme vivant à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant.

Tous les métaux lourds en général sont concernés par la bioconcentration mais plus particulièrement le mercure, lorsqu'il est présent sous sa forme organique (méthylmercure). Ce processus d'accumulation s'exprime par un ratio entre la concentration du contaminant étudié dans le milieu et sa concentration dans l'organisme et se traduit par un facteur de bioconcentration (FBC) (**Ramade, 1992**).

Selon les espèces et les métaux, il existe d'importantes différences. En effet, il semblerait que les fruits de mers, mollusques et crustacés, et dans une moindre mesure, certains poissons sont d'excellents capteurs de polluants.

I.2.3.2. La bioamplification

Les transferts de métaux entre individus suivent des processus classiques dit «transferts trophiques». Le polluant, présent dans les algues et les micro-organismes est ingéré par un herbivore, lui-même proie pour un carnivore, lui-même proie d'un supercarnivore, animal ou homme. En bout de chaîne alimentaire, le consommateur final aura bio accumulé les formes solubles des métaux.

Selon les prédateurs et les métaux, les concentrations peuvent augmenter au fur et à mesure que l'on progresse dans la chaîne trophique, comme c'est le cas pour le plomb et surtout le mercure sous sa forme méthylée (**Miquel, 2001**).

I.3. Le Plomb

Le plomb est un métal exploité depuis 5000 ans. Son utilisation est directement liée à la métallurgie. Avec deux pics notables: sous l'empire romain pour la production de la monnaie, les canalisations et la vaisselle et pendant la révolution industrielle pour l'imprimerie, les peintures et les carburants automobiles qui sont aujourd'hui à l'origine de sa large diffusion dans l'environnement.

I.3.1. Propriétés physico-chimiques de plomb

Élément chimique métallique d'un gris bleuâtre, de symbole Pb et de numéro atomique 82, rarement disponible à l'état natif, le plomb est très souvent associé au zinc dans les minerais. Le principal minerai du plomb est la galène (PbS) très souvent associée à la blende et à la pyrite (**Chiffolleau et al., 2001**). Le plomb est mou, malléable, avec une faible conductivité électrique. Ce métal est lentement dissous par l'acide chlorhydrique, beaucoup plus rapidement par l'acide nitrique et solubilisé par les acides organiques (acide acétique, aliments acides et par l'eau contenant du citrate et des sels d'ammonium). Le plomb possède un rayon ionique et une charge de valence identique à celle du calcium. Cette analogie structurale est à l'origine des interactions avec le calcium.

I.3.2. Utilisation

L'utilisation du plomb remonte à la plus haute antiquité, pour la production de la monnaie, les canalisations, la vaisselle... Ce phénomène peut être parfaitement suivi par l'analyse des glaces polaires et pendant la révolution industrielle pour l'industrie, l'imprimerie, les peintures (**Rodier, 1997 ; Foutlane, 1983**). Le plomb a été ajouté à l'essence depuis les années 1920 pour son rôle lubrificateur et antidétonant. Il représentait alors le tiers du poids des particules émises par les gaz d'échappement (**Miquel, 2001**). Cette pratique a été interdite dans une majorité de pays européens en 2000. Plus de 90 % du plomb utilisé dans les batteries sont récupérés. Ce métal entre aussi dans la composition de plusieurs insecticides (**Conor, 1980 ; Lauwereys, 1990**).

I.3.3. Propriétés toxiques

Le plomb est un élément très toxique, provoque la maladie du saturnisme. Ses principaux organes cibles sont le système nerveux, les reins et le sang. Cette maladie se caractérise par une anémie et une perturbation du métabolisme par compétition avec les ions Ca^{2+} (**Casas, 2005**).

I.4. Le zinc

Longtemps avant la découverte du zinc en tant que métal, des minerais étaient déjà utilisés pour fabriquer le laiton, alliage de cuivre et de zinc, et des sels de zinc, à des fins médicales. On a retrouvé des objets en laiton en provenance de Babylonie et d'Assyrie et remontant au 3^{ème} millénaire av. J.-C., de même qu'en provenance de Palestine et remontant à l'époque allant de 1400 à 1000 av. J.-C. En 1374, le zinc a été reconnu par les Hindous comme étant un nouveau métal (**Bentata 2015**).

4.1. Propriétés physico-chimiques

Le zinc est un élément chimique, de symbole Zn et de numéro atomique 30. Son état d'oxydation courant est +2, donnant un cation de taille comparable à celle de Mg^{2+} . C'est le 24^e élément le plus abondant dans l'écorce terrestre. Il possède cinq isotopes stables. ^{64}Zn , ^{66}Zn , ^{67}Zn , ^{68}Zn et ^{70}Zn , qui constituent l'ensemble du zinc. Le plus abondant étant ^{64}Zn (48,6% d'abondance naturelle) Le zinc est un métal de couleur bleu-gris, moyennement réactif, qui se combine avec l'oxygène et d'autres non-métaux, et qui réagit avec des acides dilués en dégageant de l'hydrogène. Le zinc devient malléable lorsqu'il est chauffé à 100-150 °C, (IPCS 2014c).

Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments) en particulier comme coenzyme. Le zinc existe dans l'eau de mer sous diverses formes: ion hydraté ($Zn(H_2O)^{2+}$), zinc complexé par les ligands organiques (acides fulviques et humiques) et zinc adsorbé sur de la matière solide.

Seul le zinc dissous a tendance à être bio disponible et sa biodisponibilité est fonction des caractéristiques physiques et chimiques de l'environnement et des processus biologiques (Bentata 2015).

4.2. Utilisation

Le zinc est utilisé dans divers domaines d'activités sous forme organique ou inorganique:

- Revêtement de protection des métaux contre la corrosion (métallisation, traitement par immersion, galvanoplastie),
 - Composition d'alliage (laiton, bronzes, alliages légers),
 - Construction immobilière,
 - Equipements pour l'automobile,
 - Les chemins de fer.
 - Fabrication de produits laminés ou formés.
 - Galvanoplastie, fonderie, soudure.
 - Fabrication d'agent conducteur dans l'industrie électrique et électronique,
 - Synthèse de médicaments et d'additifs,
 - Production de fongicides,

4.3. Propriétés toxiques

L'absorption du zinc par les animaux aquatiques a tendance à se faire à partir de l'eau plutôt qu'à travers la chaîne trophique. Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse, à de fortes concentrations, sur la reproduction des huîtres et la croissance des larves (**Bentata2015**).

I.5. Le Nickel

I.5.1. Propriétés physico-chimiques

Le nickel est un élément chimique, de symbole Ni et de numéro atomique 28. Sa densité est de 8,902 g.cm³ à 25 °C. Le nickel possède 31 isotopes. Il existe dans la nature sous la forme de cinq isotopes stables: ⁵⁸Ni, ⁶⁰Ni, ⁶¹Ni, ⁶²Ni et ⁶⁴Ni, ⁵⁸Ni étant le plus abondant (68,077 %). On lui attribue une masse atomique standard de 58,6934. C'est un métal blanc argenté qui possède un éclat poli. Il fait partie du groupe du fer. C'est un métal malléable. On le trouve sous forme combinée au soufre dans la millérite, à l'arsenic dans la nickéline.

I.5.2. Utilisation

Grâce à sa résistance à l'oxydation et à la corrosion et en raison de son faible coût d'extraction et de traitement, il est utilisé dans :

- Les alliages cuivre-nickel (cupronickels) : présentent une très bonne résistance à la corrosion en milieu acide ou marin, ainsi qu'une bonne aptitude à la mise en forme et au soudage.
- Les sels de nickel (hydroxycarbonate, chlorure, sulfate, hypophosphite...) : sont utilisés dans différentes industries telles que l'électronique, la catalyse, la galvanoplastie.
- Certaines enzymes qui et utilisant comme centre catalytique.
- Le nickel de Raney catalysent l'hydrogénation.
- Le nickel est aussi utilisé dans la cathode des piles alcalines nickel-dioxyde de manganèse, et des accumulateurs alcalins nickel-cadmium, nickel-métal hydrure et nickel-zinc.
- Le nickel pur est utilisé pour certains types de cordes de guitare électrique. Il entre également dans la composition du fil dentaire.

I.5.3. Propriétés toxiques

L'absorption de quantités trop importantes de Nickel par l'Homme peut avoir les conséquences suivantes:

- Nausées, vomissements et vertige après une exposition au gaz.
- Embolies pulmonaires.
- Asthme et bronchite chronique.
- Problèmes cardiaques.
- Cancer des poumons, du larynx et de la prostate

II. présentation de l'espèce merlu européen (*Merluccius merluccius* L, 1758)

Le merlu est connu depuis l'Antiquité. C'est lui qu'Aristote nommait « Onos » (âne) à cause de sa coloration grise et de la longue ligne noire qui parcourt son flanc. **Belon (1553)** naturaliste, par analogie avec le brochet, l'appela *Maris Lucius* d'où son nom actuel de *Merluccius* (**Belloc, 1923**).

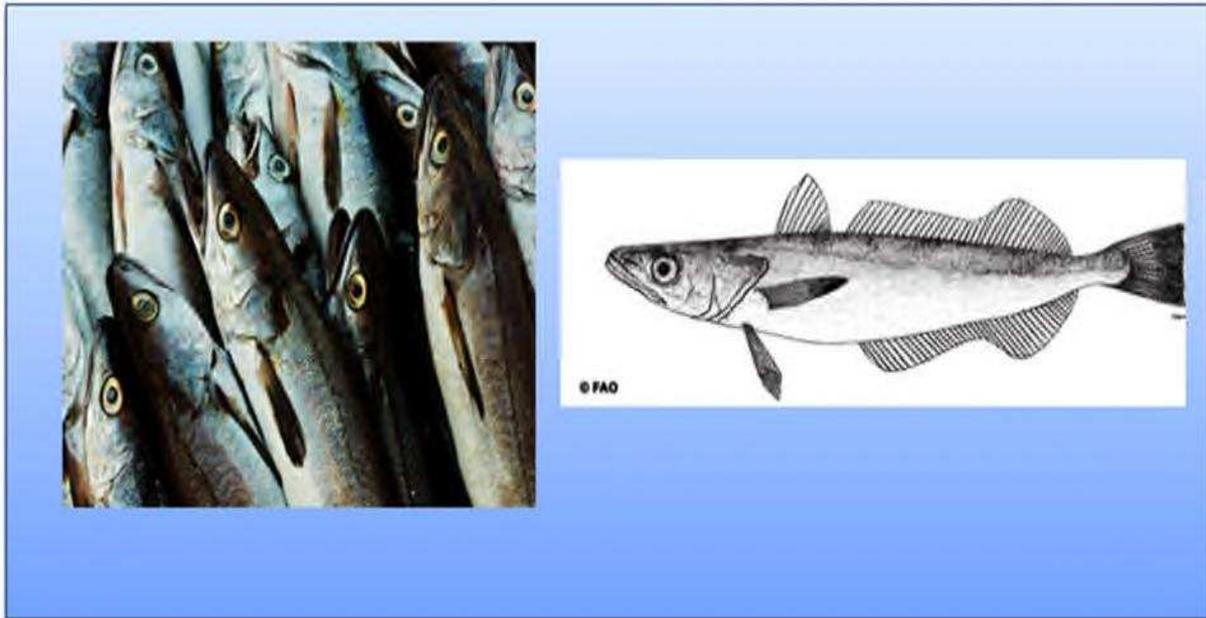


Figure 03: Le Merlu (*Merluccius merluccius* L. 1758).

Le groupe de poisson connu sous le nom du Merlu comprend 14 espèces appartenant au genre *Merluccius*, le merlu européen (*Merluccius merluccius*, L, 1758) est une espèce semi-démersale dont la répartition géographique est large. C'est l'espèce la plus primitive dans le groupe de merlu euro-africain (**Inada, 1981; Kabatab et Ho, 1981**).

Le merlu est également une ressource importante dans les eaux Méditerranéennes tant en terme de débarquements qu'en valeur économique (**Oliver, 1991 ; Orsi-Relini et al, 2002; Maynou et al, 2003**). Cet Ostéichtyen est présent dans toutes les mers. Son exploitation est ancienne et a un poids socio- économique important, particulièrement en Espagne, en France et au Royaume-Uni. Plus d'un million de tonnes de merlu ont été capturées annuellement à travers le monde au cours des trois dernières décennies (**FAO, 2010**). Depuis 1983, les débarquements mondiaux totaux ont fluctué, mais l'espèce du merlu européen (*Merluccius merluccius*) a subi une baisse constante.

Le détroit de Gibraltar constitue une frontière géographique limitant les échanges entre les populations Atlantiques et Méditerranéennes. Cette différenciation est confirmée par des données méristiques (nombre de vertèbres) (**Belloc, 1935; Cadenat, 1952; Maurin, 1968**). Des différences génétiques sont observées entre le merlu (*Merluccius merluccius*) de la Méditerranée et celui de l'Atlantique (**Roldan, 1998**). Selon **Dupont (1972)**, le merlu de Méditerranéen est plus petit que celui de l'Atlantique mais aussi par des études génétiques (**Pla et AL, 1991; Roldan et aL, 1998 ; Lundy et AL, 2000; Castillo et aL, 2004; Cimmaruta et aL, 2005**), biochimiques (**Imsiridou et Triantaphyllidis, 1999**), phylogénétique (**Grant et Lestile, 2001**), et par la composition chimique des otolithes (**Swan et AL, 2006**).



Figure 04: photographie de merlu posé sur le fond (photo : **R. Svensen**)

Bien que l'existence de plusieurs populations n'ait pas été clairement mise en évidence en Atlantique, deux stocks sont considérés pour la gestion communautaire de la ressource par le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer), séparés par le Cap Breton : le stock Nord réparti de la Norvège au golfe de Gascogne et le stock Sud correspondant aux côtes Espagnoles et Portugaises (**ICES, 2007**).

II.1. Position systématique

En Atlantique Nord-Est et en Méditerranée, le genre merlu est représenté par le merlu européen (*Merluccius merluccius* L1758), Sur le plan systématique, il occupe la position suivante :

Embranchement: Vertébrés

Sous embranchement :Gnathostomes

Superclasse: Poissons

Classe: Osteichthyens

Sous classe: Actinopterygiens

Super ordre: Téléostéens

Ordre: Gadiformes

Famille: Merluccidae

Sous Famille: Merluciné

Genre: *Merluccius*

Espèce: *Merluccius merluccius* L,1758

II.2. Morphologie

Le Merlu présente un corps mince et comprimé latéralement. Ce poisson a un corps symétrique couvert par des petites écailles cycloïdes. La ligne latérale est plus ou moins rectiligne et contient des écailles qui forment une ligne noire le long du corps. La face de la tête est aplatie et porte une crête en forme de V (**Fig 05**). Sa tête dépasse légèrement la mâchoire supérieure avec des dents pointues et articulées se terminant postérieurement à l'aplomb du centre de l'œil, pas de barbillon au menton, avec crête vue d'en haut (**Matallanas et Oliver, 2003**).

La famille des Merluccidés se caractérise par l'absence d'épines aigues aux nageoires. Elle présente deux nageoires dorsales séparées, la première courte, haute et triangulaire présentant 8 à 13 rayons dont le premier rayon est une pseudo-colonne vertébrale ,tandis que la seconde est longue et semblable à la nageoire anale avec une échancrure dans sa partie moyenne, elle est menue de 34 à 46 rayons mous. La nageoire caudale est relativement droite et courte et acquiert avec la croissance une forme en fourche (**Nelson, 1994; Alheit et Pitcher, 1995**).

Le nombre de branchies est de l'ordre de quatre, deux sur chaque côté. Le dos est noir, gris ou brun pâle et le ventre, blanc ou argent (**Fig05**). Sa formule radiaire est la suivante: **D1:9/11;D2:36/10; A:36/40; C:5-17/20-5 ;P:12/14;V:7.**

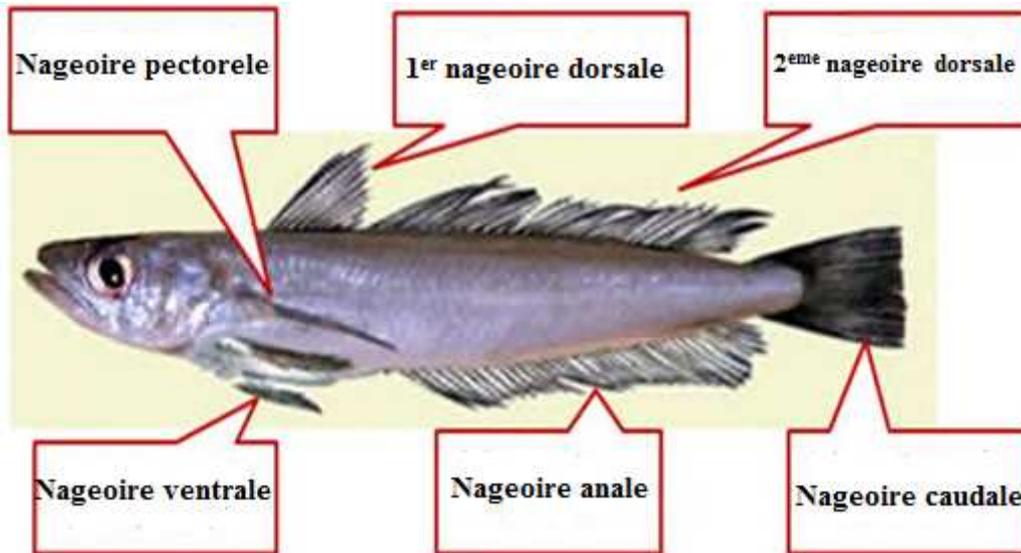


Figure 05: Formule radiaire du Merlu (*Merluccius merluccius*, Linnée 1758 (FAO.2010))

Tous ces caractères permettent de distinguer le *Merluccius merluccius* nettement des autres groupes, en particulier: *Merluccius senegalensis* (Cadenat, 1950) et *Merluccius polli* (Cadenat, 1950) de coloration gris à noirâtre sur le dos avec une différence des paramètres précités par rapport au merlu blanc (**Fig 06**) (Alvarez et al., 2004).

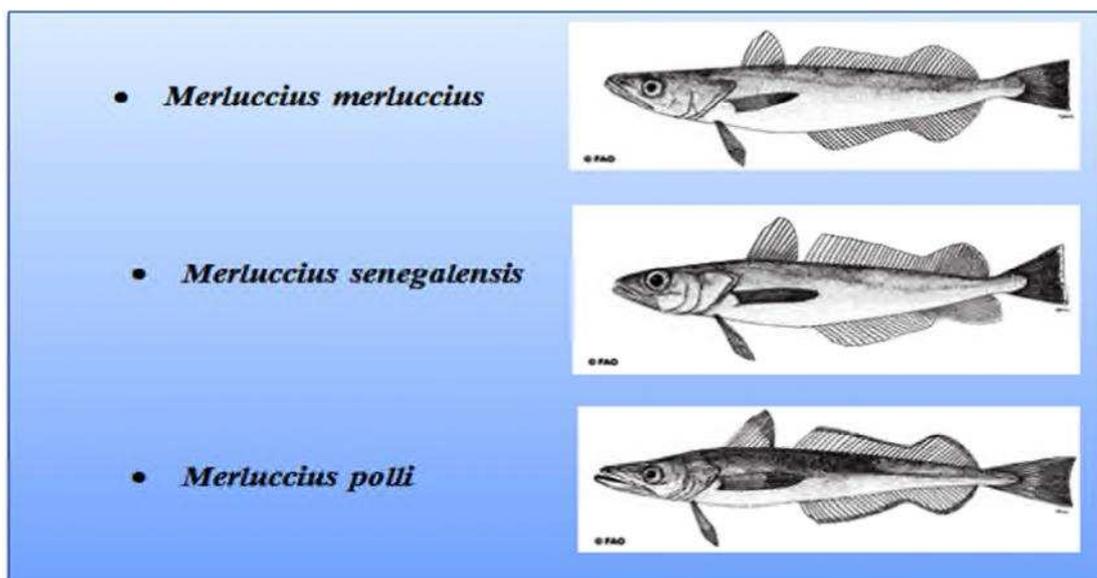


Figure 06: Illustration de trois espèces différentes du genre *Merluccius* (Alvarez et al., 2004).

II.3. Répartition géographique et habitat

Le merlu européen vit principalement à des profondeurs comprises entre 70 et 400 m et plus largement entre 30 et 1000 m (Casey et Pereiro, 1995). Il est largement réparti entre les deux hémisphères, dans les océans Atlantique, Pacifique et Indien. Il a plusieurs appellations en Méditerranée, le Merlan en Algérie, Merlusa en Espagnol, Merlu en France...etc. Le Merlu Européen, *Merluccius merluccius* (L, 1758) est une espèce qui est présente sur les côtes Algériennes, (Bouaziz ,1992).

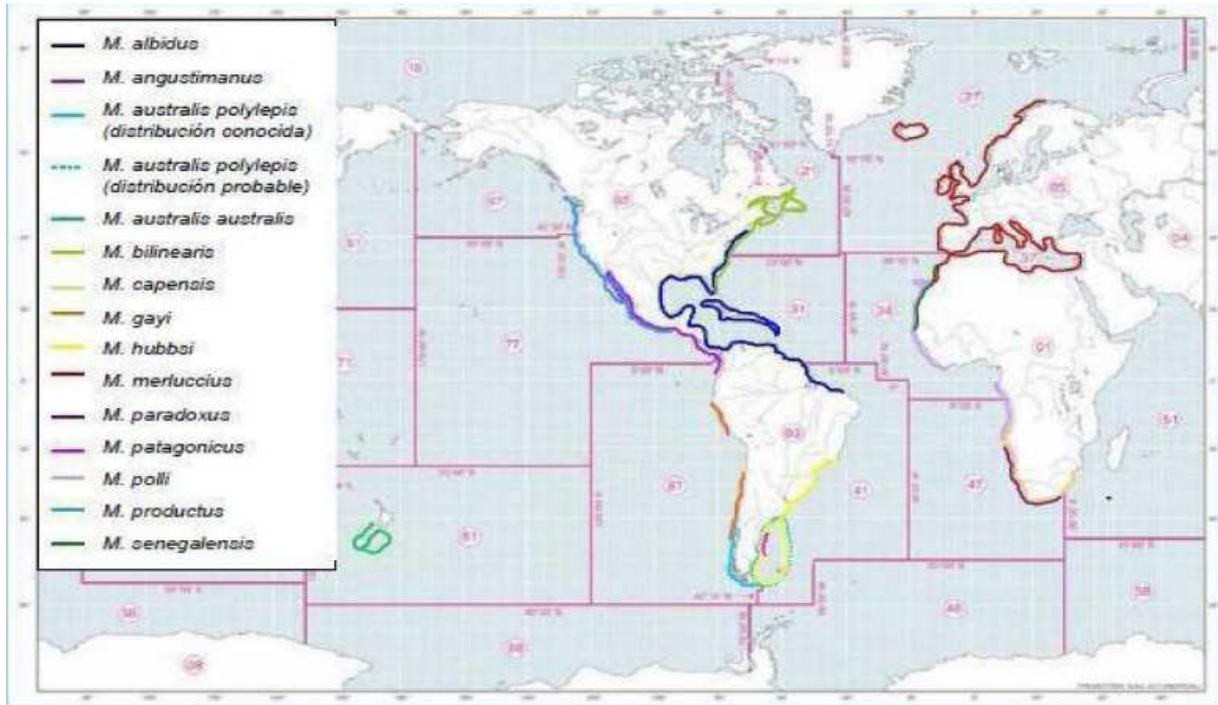


Figure 07 : Distribution géographique des merlus (genre *Merluccius*) (Alvarez et al., 2004)

Le Merlu est largement distribué dans tout l'Atlantique Nord-Est, du Nord de la Norvège jusqu'à la Mauritanie (rare) en passant par l'Islande (rare). On le retrouve également en mer Méditerranée, en mer Adriatique et en mer Noire (rare) (Belhoucine 2012). Il vit sur le plateau continental de la côte jusqu'à 1000 m de profondeur, mais surtout entre 100 et 300 m de profondeur. à la limite Sud de sa répartition le Merlu peut être trouvé avec d'autres espèces comme *Merluccius senegalensis* et *Merluccius cadenati*, (Casey et Pereiro, 1995).

Bien que le Merlu européen est couramment défini comme une espèce des eaux tempérées, la forte hétérogénéité des zones à différentes températures, la salinité, les conditions de productivité et de ressources trophiques indiquent la capacité d'adaptation élevée communément appelée plasticité phénotypique élevée de l'espèce (Alvarez et al., 2004).

II.4. Migrations

Cette espèce ne semble pas effectuer de grandes migrations horizontales pour des raisons de reproduction ou de nutrition (IFREMER, 2006).

Les migrations du Merlu sont mal connues (Casey et Pereiro, 1995). Elles ont été essentiellement étudiées par le suivi des taux de captures. Cette espèce présente des migrations verticales de grandes amplitudes atteignant 630m de profondeur.

Elles sont principalement motivées par la recherche de proies. Ce comportement a souvent été mis en avant pour expliquer la baisse des captures la nuit pour des gadidés tels que la Morue et le Merlu (Bowman et Bowman, 1980). Les migrations du Merlu étant essentiellement liées à l'activité reproductrice. Les jeunes issus de la reproduction migrent ensuite vers la côte où on les rencontre jusqu'à 25m de profondeur. Les adultes regagnent les grandes profondeurs (Fig 08) (FAO, 1986; FAO, 2010).

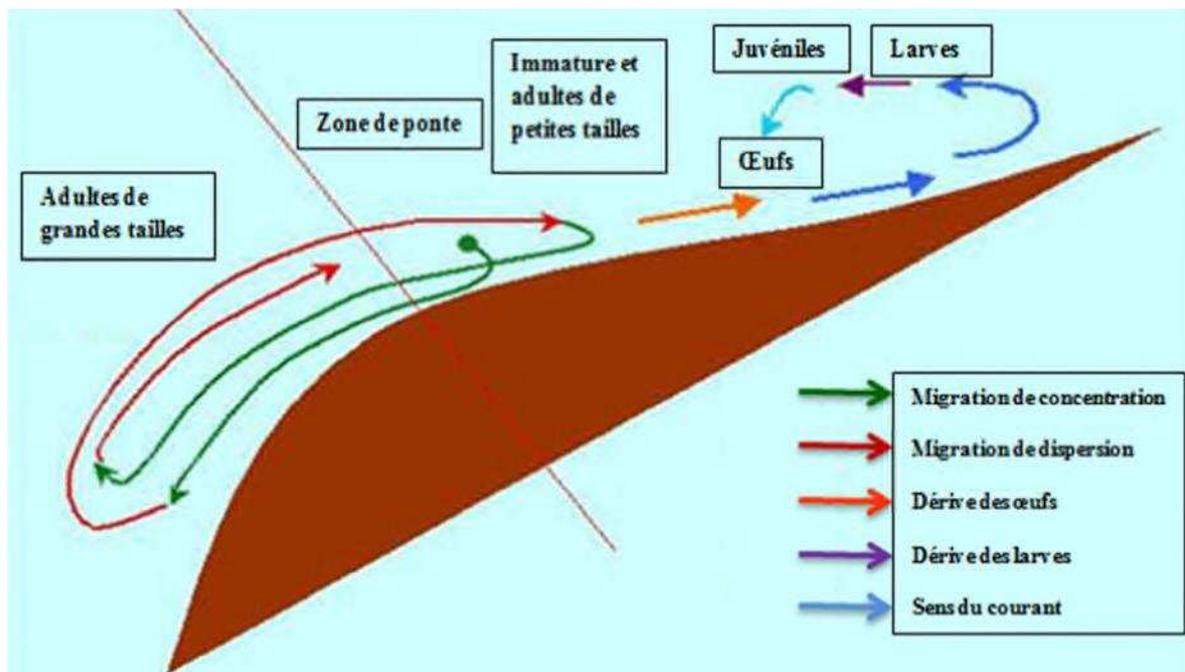


Figure 08: Cycle biologique et migration du Merlu (*Merluccius merluccius*) (FAO, 2010)

II.5. Biologie de l'espèce

La biologie de l'ensemble des espèces du genre Merlu est liée aux caractéristiques hydrodynamiques et écologiques du milieu dans lequel elles évoluent. Les rapports entre le Merlu et son milieu sont semblables quel que soit le secteur géographique évolué (Jeffrey et Taggart, 2000; Olivar et al., 2003; Alvarez et al., 2004).

II.5.1. Régime Alimentaire

Le Merlu est une espèce vivant essentiellement proche du fond le jour et se nourrissant à mi-hauteur de la colonne d'eau voire à la surface de l'eau la nuit, impliquant des migrations verticales (Alheit & Pitcher 1995; Mackas *et al.*, 1997; Reiss *et al.*, 2004; Bozzano *et al.*, 2005; De Pontual *et al.*, 2007).

Le régime alimentaire du Merlu européen a été décrit par plusieurs auteurs. Une synthèse est représentée dans le tableau 03.

Stade	Auteurs	Régime
Larvaire	(Andaloro & <i>al.</i> , 1985; Orsi Reliniet & <i>al.</i> , 1989 b; Colloca, 1999 ; Alheit & Pitcher 1995 ; Mackas <i>et al.</i> , 1997)	- crustacés planctoniques - crustacés supra benthiques
Juvenile	(Ferraton & <i>al.</i> , 2007) (Mahe <i>et al.</i> , 2007 ; De Pontual <i>et al.</i> , 2007) Reiss <i>et al.</i> , 2004	-Poisson pélagique, Anchois Maquereaux, Sardines
Adulte	(Bozzano & <i>al.</i> , 1997; Mellon-Duval <i>et al.</i> , 2010 Bozzano <i>et al.</i> , 2005)	- merlan bleu (espèce pélagique) - Tacaud (espèce démersale)

Tableau 03 : Régime alimentaire de merlu (*Merluccius merluccius*)

II.5.2. Age et croissance

Depuis les années 30 du siècle passé, de nombreuses études se sont penchées sur la détermination de la croissance du Merlu (Hickling, 1933; Belloc, 1935). Elles décrivent des estimations de croissance très différentes, tant en Atlantique Nord-Est (Bagenal, 1954 ; Guichet *et al.*, 1973; Robleset *al.*, 1975; Decamps et Labastie, 1978; Iglesias et Dery, 1981; Goñi, 1983; Goñi et Piñeiro, 1988; Guichet, 1988; Pileiro et Hunt, 1989; Pileiro & Pereiro, 1993; Morales-Nin *et al.*, 1998; Lucio *et al.*, 2000 ; Pileiro & Sainza, 2003) qu'en Méditerranée (Aldebert et Carriès, 1988 ; Orsi Relini *et al.*, 1989; Oliver 1991 ; Recasens,

1992; Aldebert Morales-Nin,1992 ; Aldebert et Recasens, 1996; Morales-Nin et Aldebert, 1997; Morales-Nin *et al.*, 1998; Garcia-Rodriguez et Esteban, 2002) et sur la côte Algérienne (Bouaziz, 1992 ; Belhoucine, 2012).

Dans ces études, la croissance est estimée soit à partir de la lecture des otolithes, soit à partir des fréquences de taille. L'interprétation de l'âge du Merlu européen à partir des macrostructures d'otolithes est particulièrement complexe du faite de la multiplicité des anneaux de croissance observés (Pileiro et Sainza, 2003) qui, du moins en Méditerranée, ne sont pas formés en fonction des saisons (Morales-Nin *et al.*, 1998) et ne correspondent donc pas à des structures annuelles (Guichet et Labastie, 1991).

Face à de faibles précisions observées dans la détermination de l'âge du Merlu européen à partir des lectures d'otolithes, plusieurs ateliers ont été organisés au cours des 20 dernières années, dans le but de standardiser ces méthodes (Bellail et Labastie, 1999; Piñeiro *et al.*, 2004). Les principaux problèmes résident dans la distinction entre anneaux annuels et faux anneaux,

dans l'interprétation du bord de l'otolithe et dans la localisation de l'annulus (Kacher et Amara, 2005).

De nombreux auteurs ont décrit pour le Merlu européen, une croissance plus rapide, beaucoup plus pour les femelles, que celle des mâles, aussi bien pour la population Atlantique (Casey et Pereiro, 1995; Pileiro et Sainza, 2003) que méditerranéenne, (Aldebert et Carries, 1989a; Recassens *et al.*, 1998). Les tailles maximales observées pour les femelles sont également plus importantes que les mâles. Elles atteignent 100.7cm pour les femelles et 72.8cm pour les mâles en Méditerranée, (Aldebert et Recassens, 1995), et respectivement 110 et 80cm en Atlantique (Lucio *et al.*, 2000), en Algérie (Bouaziz ;1992)

Les raisons physiologiques de ce dimorphisme sexuel n'ont néanmoins jamais été identifiées. Selon ICES(2006). le merlu européen peut atteindre 1,40 mètres de longueur et un poids 15 Kg. Actuellement, on pense que sa durée de vie est de l'ordre de 12 ans (FAO, 2010).

II.5.3. Reproduction

Des études antérieures ont déterminé la période de ponte du Merlu européen dans les eaux européennes de l'Atlantique Nord-Est; dans le Nord et le Nord-Ouest des eaux ibériques le pic de ponte se produit en Février et Mars (Lago de Lanzó, 1980; Alvarez *et al.*, 2001), entre Janvier et Mai dans les eaux galiciennes (Perez et Pereiro,1985) et dans le golfe de Gascogne (Arbault et Lacroix-Boutin, 1969; Sarano, 1983; Martin, 1991; Casarino *et*

Motos, 1996), entre Avril et Juin en mer Celtique (zone CIEM VII) (**Clark, 1920; Coombs et Mitchell, 1982; Horstman, 1988; Fives & al., 2001**), de Mars à Juillet au Sud et à l'Ouest de l'Irlande (**Hickling, 1930; Hickling et Rutemberg, 1936; Farifia et Fernández, 1986**), d'Avril à Juillet dans les eaux de l'Ouest Ecosse (**Hickling, 1930 et O'brien, 1986**), et probablement en août dans les eaux occidentale de la Norvège (**Kvenseth et al., 1996**).

En Méditerranée, la ponte est plus précoce (hiver) et s'étale sur toute l'année (**Bouaziz, 1998b ; Recasens et al., 1998 ;Olivar et al., 2003 ;Belhoucine,2012**).

En général, plus la zone de répartition du Merlu européen est septentrionale, plus la ponte est tardive (**Casey et Pereiro, 1995**).

Le Merlu européen est un pondeur multiple (**Pérez et Pereiro, 1985; Sarano, 1986; Murua et al., 2006**). Durant la reproduction, une femelle peut pondre de 1 à 5 fois en quelques semaines (**Sarano, 1983**).

La reproduction du Merlu européen se caractérise par le développement asynchrone des ovocytes, ce qui a été interprété comme la preuve d'une durée indéterminée de la fécondité au cours de l'année (**Murua et al., 1998**). Cependant, cette stratégie de reproduction prolongée de cet Ostéichthyen peut augmenter le succès de survie de la progéniture (**Dominguez-Petit et al., 2008b, 2009**).

II.5.4. Cycle de vie de merlu

Les œufs du Merlu européen sont principalement retrouvés en bordure du plateau continental, majoritairement vers 100 mètres de fond (**Olivar et al., 2003**). Selon **Jelland et Skiftesvijk (2006)**, les larves éclosent environ 4 jours après la fécondation, à environ 2,5 à 3mm de longueur totale (**Belloc, 1929**) et se concentrent au niveau des frayères (**Fives et al., 2001; Alvarez et al., 2001**). Entre 4 et 6 jours après l'éclosion (4mm), la mâchoire est fonctionnelle et les larves commencent à se nourrir. Durant la période larvaire, la croissance est réservée à la tête, et il n'y a presque pas d'augmentation de la longueur totale durant les 3-4 premières semaines après l'éclosion.

Le développement des nageoires, environ 30 jours après éclosion, marque la transition entre la larve et le stade juvénile. C'est dans ce cas, à une taille d'environ 2.5cm que les juvéniles rejoignent le fond (**Morales-Nin et Moranta, 2004; Belcari et al., 2006**), majoritairement sur le plateau continental, avec des densités plus importantes sur les fonds de 100 à 200 m, et des abondances plus fortes au printemps (**Recasens et al., 1998**).

Le cycle de reproduction détermine les principales migrations et la répartition géographique des différents groupes d'âge: Après la phase larvaire, les juvéniles restent deux

ans et demi sur les vasières, vers l'âge de trois ans (31cm), ils migrent vers les eaux les plus côtières puis se dispersent sur l'ensemble du plateau continental. Les adultes rejoignent ensuite le talus pour y pondre (**Fig 09**).

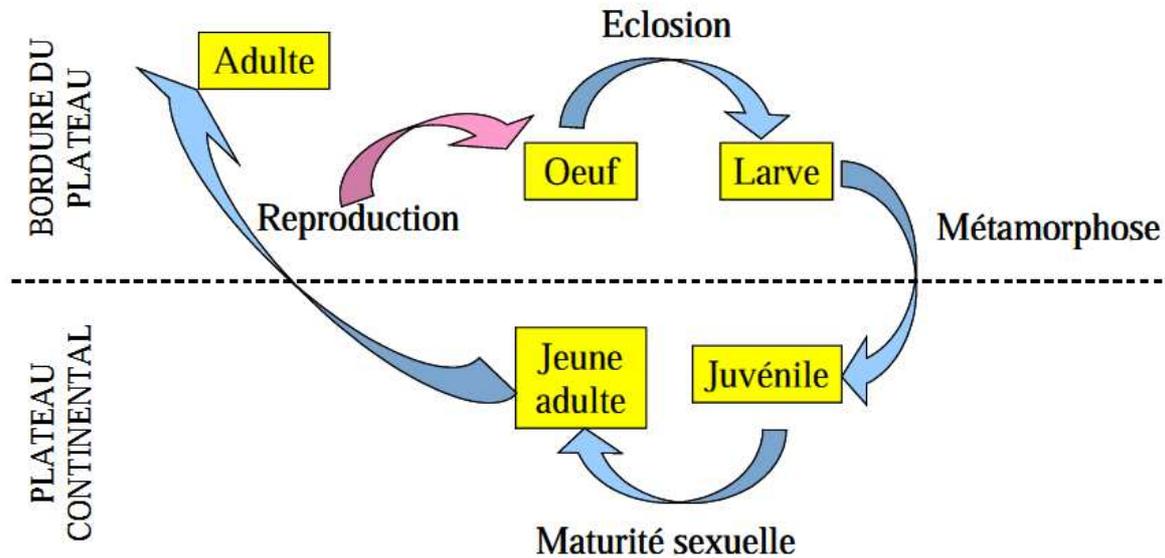


Figure 09 : Principales étapes de cycle de vie du merlu. (Guichet, 1996 ;Bodiguel, 2008).

Matériels et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Position géographique

Bejaïa est située à environ 250 km à l'Est d'Alger, avec une superficie de 3261.26 Km², elle compte une façade maritime d'environ 100 km située entre les limites géographiques du découpage administratif de la wilaya de Tizi-ouzou à l'ouest et de la wilaya de Jijel à l'Est. Elle renferme un golfe qui présente la forme d'un croissant ouvert vers le Nord au cœur de la Méditerranée (**Fig 10**), limité à l'Est par le cap Aouana (ex-cavallo), à l'Ouest et au Nord par le mont de Gouraya et ses prolongements sont les caps Carbon et Bouak, mais la rade proprement dite s'étend du cap Bouak à l'embouchure de la Soummam (**Milla, 1998**)

I.2. La zone de pêche

La surface de la zone de pêche est de 934 Km², et la zone exploitée par les pêcheurs, se situe entre le cap Carbon à l'Ouest et la pointe de Aouana (ex-cavallo) à l'Est dont les zones chalutables ont un caractère multi spécifique entre le cap carbon et le cap Sigli (036°47'17" Nord, 05°36'00" Est à 036°49'20" Nord, 005°41'36" Est) (**DPRH,2015**).

Le golfe de Bejaia est une importante échancrure délimitée par les falaises jurassiques du cap Bouak à l'Ouest et le massif volcanique miocène d'El- Aouana (ex-Cavallo) à l'Est. Ce golfe se singularise par sa morphologie très particulière avec un plateau peu étendu, et un glacis continental festonné par d'imposants « cirques » (Cap Aokas, Béni- Segoual) d'où partent des vallées sous-marines et un littoral sablonneux (dunes) qui ourle le pied des falaises (**Leclaire, 1972**).

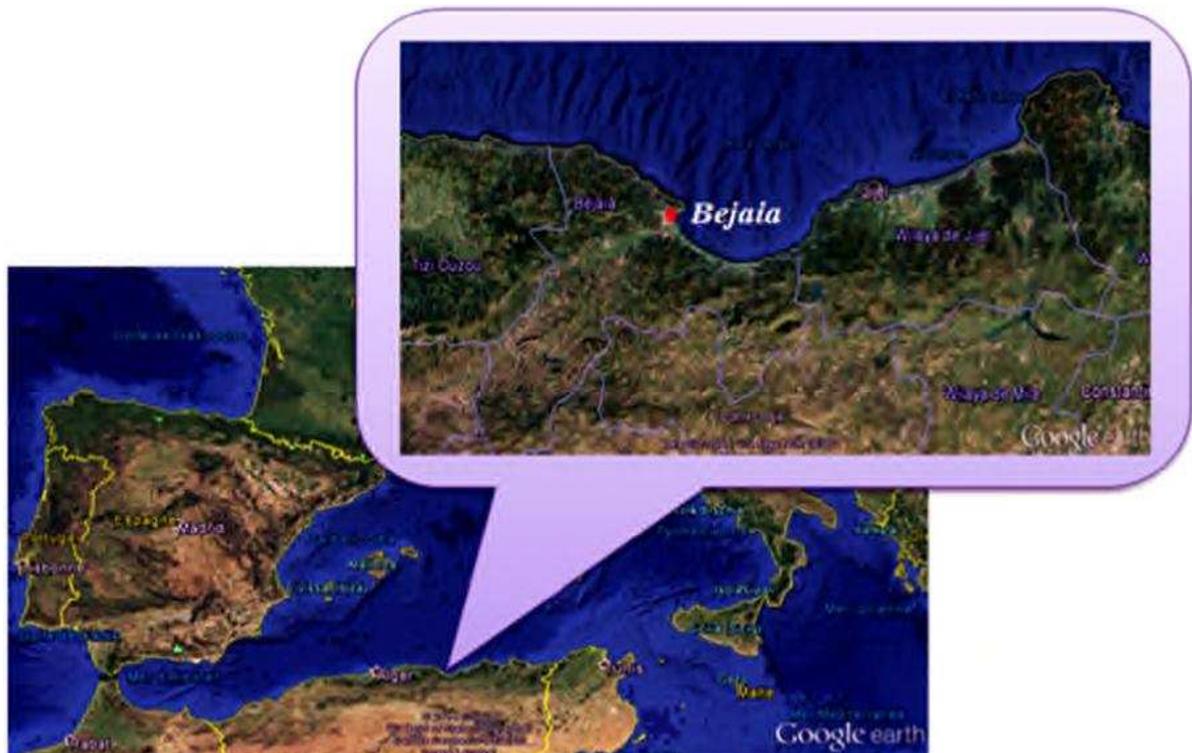


Figure 10 : Présentation de la zone d'étude (Google earth, 2014).

La profondeur maximale du golfe est d'environ 1000 m avec une largeur moyenne de 1,5 km. Au niveau du port, entre l'isobathe -10 à -70 m, on a un fond de boues et de vases calcaires-argileuses qu'on retrouve face à l'oued Soummam entre l'isobathe -50 m et la rupture du plateau continental.

Entre le petit canyon et l'oued Djemaa et entre les isobathes -30 m et -50 m, on retrouve une mince bande de vase silico-calcaire. Dans la partie la plus large du plateau continental, entre Bejaia plage et l'embouchure de l'oued Djemàa de la côte vers l'isobathe - 30m, on trouve du sable et du sablon siliceux sous forme d'une bande qui rétrécit à partir de l'oued Zitoun jusqu'à Ziama Mansouria (Nait saidi et Teghanemt, 1991).

D'après les travaux de la campagne «**THALASSA (1982)**» et «**ICHTYS JOAMY**» (1982), entre le littoral et l'isobathe 200 m, deux faciès dominant:

- Les sables et les sablons siliceux sur les bandes littorales.
- Les boues silico-argileuses entre l'isobathe 40 m et la bordure continentale.

La région de Bejaia est traversée par plusieurs Oueds drainant les eaux de ruissellement plus exactement dans la baie de Bejaia dont les plus importants sont ; Oued Soummam (90Km), Oued Djemaa (46Km), Oued Agrioun (80Km) et Oued Zitoun (30Km) et le fait que cette région côtière et assez arrosée avec une pluviométrie moyenne de 900 mm/an, la

température et la salinité ont des valeurs particulièrement basses, la première varie entre 18,5 à 19°C et la seconde ne dépasse jamais 36,55‰.

En fonction de ses caractéristiques (amplitude, longueur d'onde, épaisseur de la tranche d'eau et la nature du fond), la houle transporte des matériaux du large vers la côte « flot de fond ». En revanche, un courant de compensation engendré par le retour des eaux « underflow » repousse les particules mises en suspension vers le large (Nait saidi et Teghanemt, 1991). Les vents d'Ouest provoquent des houles de tempêtes qui peuvent atteindre des hauteurs de 3 m en hiver, automne et au printemps, par contre ces houles suivent la direction Est et Nord qui sont toujours dominants pendant la période estivale (Millot, 1999).

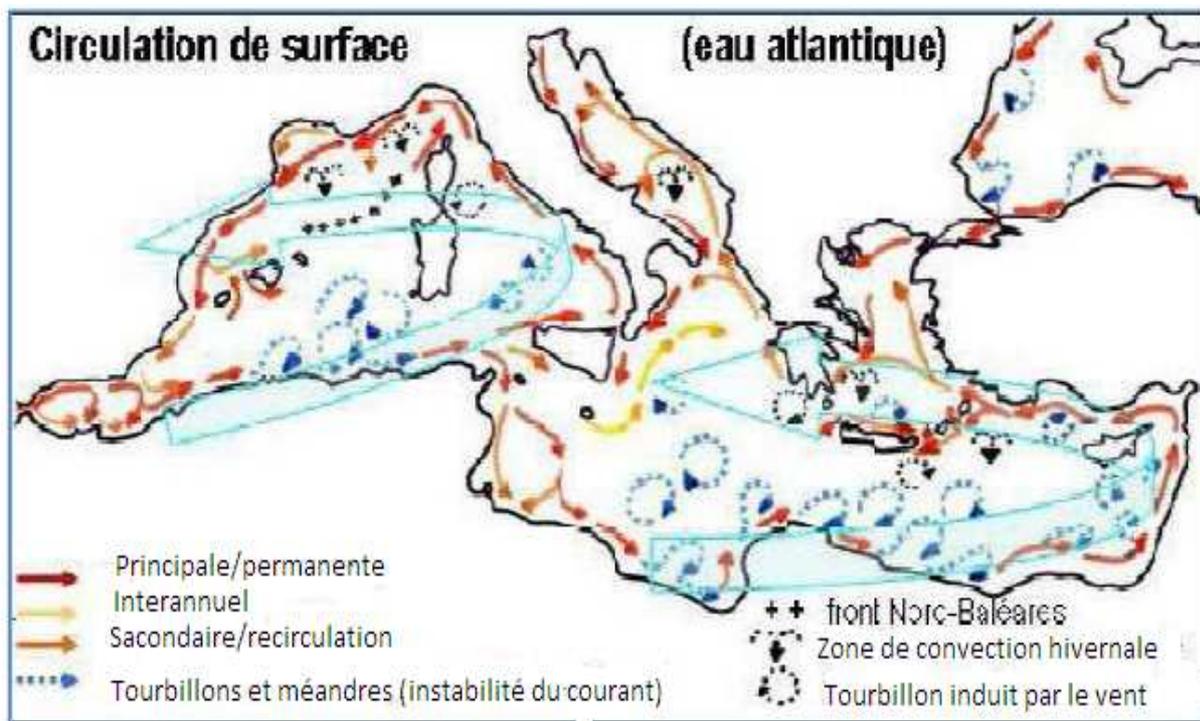


Figure 11 : la circulation de l'eau d'origine atlantique (Millot et Taupier-Letage, 2005).

L'eau atlantique entrant en surface par le détroit de Gibraltar, longe la côte Espagnole puis la quitte devant « Almira » en direction de la côte Algérienne qu'elle atteindra au niveau d'Oran à l'Ouest. A partir de là, le flux d'eau nommé « courant Algérien » à cause de ses caractéristiques spécifiques, longe la côte algérienne tout en s'en approchant sous l'effet de la force de Coriolis. Ce courant instable, tourbillonne, donne naissance dès 1°-2° à des tourbillons de moyenne échelle (50 Km de large) de différents sens ainsi qu'à des phénomènes d'upwelling, le tout dérivent vers l'Est (Millot et Taupier-Letage, 2005)

I.3. Le Port de Bejaïa

Le port de Bejaia est positionné à l'attitude $36^{\circ}45'24''$ Nord et à la longitude $5^{\circ}5'50''$ Est.

(Fig. 12), Il est à vocation multiple, subdivisé comme suit:

- Port pétrolier : Situé à l'avant port à l'Ouest de la baie avec 60 hectares et une profondeur de 10,5 à 13,5 m.
- Port commercial : Situé à l'Est de la baie, il est le plus important du point de vue activité et superficie qui est de 75 hectares avec une profondeur de 8 à 30 m.
- Port de pêche : Situé au milieu des deux précédents. Il est représenté par le mont Abdelkader qui est constitué de deux quais de 120 m linéaires chacun. L'un le protège de la houle, réservé aux chalutiers et grands senneurs, l'autre quai mal protégé, du fait qu'il subit l'action des vents d'Ouest et accueillent les petits métiers et les petits senneurs. Il est d'une superficie de 26 hectares et d'une profondeur de 6,1 à 7,4 m (DPRH 2015)



Figure 12 : Position du port de pêche du golfe de Bejaia

(Google earth, 2015)

I.4. Type de pêche pratiquée et engins de pêche utilisés

I.4.1. La pêche au chalut (Fig13, b)

Elle est ouverte le 1^{er} septembre et clôturée le 30 avril. Les chalutiers opèrent généralement à l'Est du golfe. La nature rocheuse des fonds, fait que le chalutage au-delà de la de 1^{er} zone de pêche (plus de 3 maille) dans le golfe est beaucoup plus rare. Ces derniers utilisent généralement les engins de pêche suivant : Le filet de fond à deux faces, le filet de fond à quatre faces, le crevettier et d'autres. Ils sont employés selon les espèces et les zones de pêche ciblées.

La pêche a lieu le jour ou la nuit, ceux qui sortent entre 18h30 rentre le matin vers 05h à 8h, et ceux qui sortent vers 05h30 rentrent généralement avant 15h. Le nombre de traits de chalut varie entre un et six selon les conditions météorologiques et les caractéristiques du chalutier (**Betatache & Outmani, 2007**).

I.4.2. La pêche à la senne (Fig13, a)

La pêche à la senne se fait la nuit. Les senneurs quittent le port le soir et rentrent généralement le matin vers 4h et 7h et n'excèdent pas 10h. Elle est pratiquée par des senneurs utilisant des sennes tournantes coulissantes avec un maillage de 15 mm de côté pour le sac.. (**Habib et Koudil, 1990**) ; (**Nedelec et al, 1979**).

I.4.3. Les petits métiers (Fig13, c)

Les barques des petits métiers sont, soit en bois ou en fibre de verre renforcé (**F.V.R.**), ils ont une taille de 3 à 12 m et une puissance selon le type de moteur. Les engins de pêches utilisées sont : les filets maillant, le trémail, le bonnetier, les palangres flottantes ou de fond. L'avantage des petits métiers est de pouvoir intervenir sur les fonds accidentés de l'Ouest du golfe qui sont peu exploités, mais il a été constaté que leur production reste faible en raison du manque des pièces et d'équipements électroniques (**DPRH, 2015**).

a) Senneur



c) Les barques des petits métiers



b) Chalutier

Figure 13: La flottille de pêche de Bejaïa (a .b .c. photo original)

II. Matériels et méthodes

II.1. Méthodes d'échantillonnage

Lors de ce travail, nous avons choisi le merlu (*Merluccius merluccius*), pour la surveillance de la contamination métallique, comme espèce bioindicatrice de la pollution suivant les recommandations de la FAO-UNEP (FAO-UNEP, 1993).

L'approvisionnement en échantillons de *Merluccius merluccius* a été effectué par le biais de pêcheur professionnel. Ce qui nous a permis d'être sûr de l'état de fraîcheur, du site (golfe de Bejaia) et de la date de capture des échantillons.

Du mois de février ou mois de mai 2015, nous avons effectué plusieurs échantillonnages au niveau de golfe de Bejaia.

II.2. Préparation des échantillons

Dés l'arrivée des échantillons au laboratoire, les poissons sont disposés sur une plaque en verre nettoyée à l'eau bidistillée (Fig 14).

Une série de mesures biométriques (Fig 15) est réalisée sur chaque individu et reportée sur la fiche d'échantillonnage (annexe 1), ce qui permet de séparer l'échantillon en deux sous classes en fonction de la longueur totale (Lt):

- La **classe 1** dont la Lt < 25cm,
- La **classe 2** dont la Lt ≥ 25cm.



Figure 14: Préparation des échantillons de *Merluccius merluccius*.
(Photo originale)

Les premiers paramètres relevés sont :

- La longueur totale (**Lt**) est mesurée à l'aide d'un ichtyomètre du bout du museau jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale intacte.
- Le poids total (**Pt**) est relevé grâce à une balance à précision aux 1/10 près.



Figure 15 : mensuration et pesée des échantillons. **(Photos originales)**

Les poissons sont disséqués sur une planche en verre propre de la manière suivante :

- a. Le poisson est posé sur la face dorsale contre la planche à dissection.
- b. La paroi abdominale est incisée en partant de l'anus jusqu'à l'extrémité antérieure des fentes operculaires.
- c. les deux volets latéraux sont doucement écartés, permettant de découvrir l'organisation interne de l'animal et de situer les divers appareils (circulatoire, respiratoire, digestif, urogénital) et les différents organes. **(Fig.16, 17,18)**
- d. Le foie et le muscle et les gonades sont alors prélevés. Le poids des échantillons prélevés est noté avant leur conservation dans des piluliers en verre. Ces piluliers sont étiquetés.
- e. Les organes sont ensuite congelés à basse température jusqu'à leur analyse chimique.

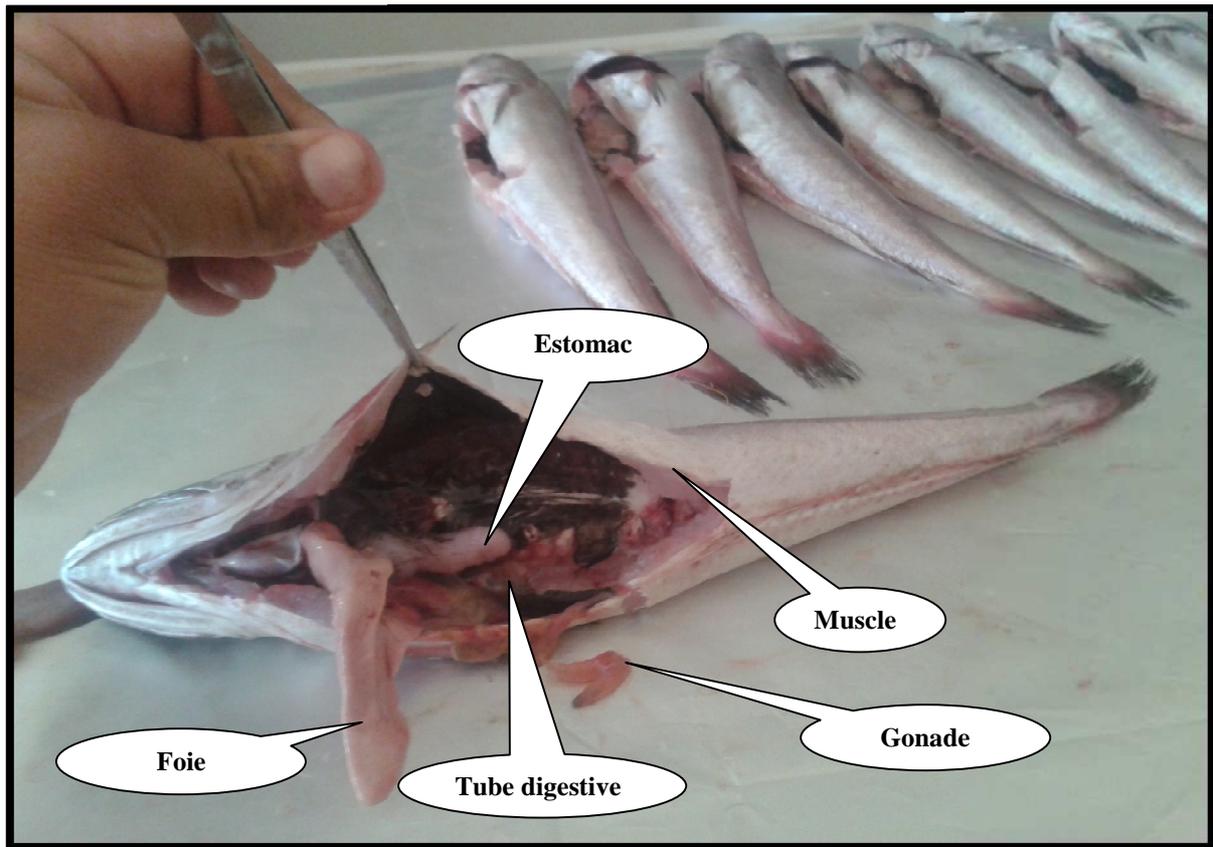


Figure 16: Organes internes de *Merluccius merluccius*. (Photo originale)

II.2.1. Détermination du sexe

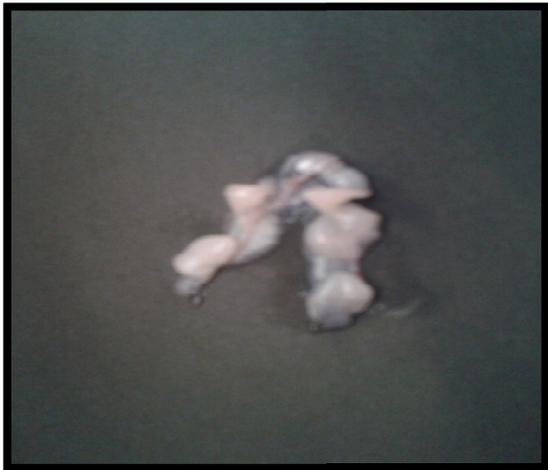


Figure 17 : Testicule mâle (Photo originale) **Figure 18 :** gonade femelle (Photo originale)

II.3. Méthodes de la minéralisation (Fig 19)

Il existe plusieurs méthodes de la minéralisation comme la minéralisation par voie sèche ou la minéralisation par voie humide (Amiard *et al.*, (1987)). Pour la présente étude la minéralisation par voie humide a été choisie car elle nous permet de minimiser les déperditions de composés volatiles organo-métalliques en cours de séchage (F.A.O, 1977), La minéralisation a pour but :

- D'éliminer l'action perturbatrice du substrat protéique.
- D'ioniser les métaux.
- D'assurer leur concentration (puisque le métal n'existe qu'à une infime concentration).



Figure 19: minéralisation par voie humide (Photos originales)

Cette méthode est applicable pour doser les éléments suivants : Nickel, Cadmium, Plomb, Zinc, Cuivre. Dans les produits œnologiques contenant de l'eau, toute recherche d'un toxique minéral fixé dans les organes, exige une minéralisation qui aboutit à une dégradation complète de la matière organique.

II.3.1. Préparation du matériel biologique pour la chair de Poisson (Fig20)

- Peser 1 g d'échantillon (frais) dans le tube.
- Ajouter 1 ml d'Acide Nitrique Concentré.
- Sélectionner le programme pour une température de 95° pendant une heure.
- Refroidissement du minéralisateur par une pompe d'eau.
- Compléter ou ajuster l'échantillon jusqu'à 4 ml avec de l'eau bidistillée.
- Analyser l'échantillon par la S.A.A.

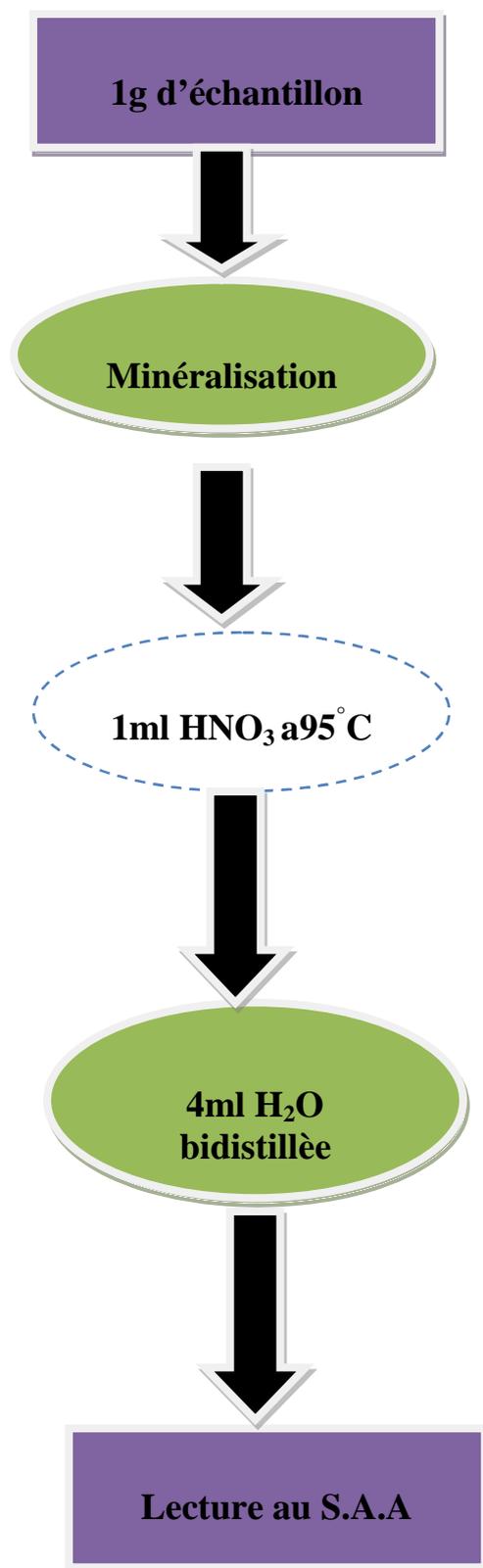


Figure 20: Protocole de minéralisation et de dosage en Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (Amiard-Triquet *et al* ; 1987).

II.4. Préparation des solutions d'étalonnage

II.4.1. Préparation des solutions mères

Les solutions mères sont à l'ordre 1000 ppm (1g/l). Dans un litre d'eau déminéralisée, une certaine quantité de substance chimique (CuSO_4 , PbNO_3 ...etc) est dissoute de telle façon à obtenir 1 gramme: de cuivre(Cu), plomb(Pb), zinc(Zn) et Nickel(Ni).

Une petite quantité d'acide nitrique est ajoutée dans les solutions préparées pour les gammes d'étalonnage, afin d'être dans les même conditions que les solutions inconnues à doser.

II.4.2. Préparation des solutions d'étalons

A partir de la solution mère 1g/l, les solutions étalons sont préparées selon les gammes bien déterminées pour chaque élément.

II.5. Dosage des métaux lourds (Fig 20)

La Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA af) étudie les émissions ou absorptions de lumière par l'atome libre, c'est à dire lorsque celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre. Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés.

Au cours des analyses de Spectrophotométrie d'Absorption Atomique, une solution contenant des éléments métalliques est introduite dans le brûleur de l'appareil, celle-ci est convertie dans une flamme air-acétylène ou un atomiseur électrothermique sous forme de vapeur constitué maintenant d'atomes libres. Une source lumineuse émise d'une lampe à cathode creuse faite du métal à analyser est dirigée à travers la vapeur, les atomes de l'échantillon dispersés dans la vapeur absorbent une partie de la radiation, ce qui entraînera une diminution de cette dernière (F.A.O., 1977).



Figure 21 : Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA) (Photos originales)

II.6. Sex- ratio

La répartition numérique des sexes ou sex-ratio est un indice biologique important, car la proportion de mâles et de femelles peut affecter le succès reproductif. Il est déterminé par observation macroscopique des gonades, dans une population donnée. Il peut s'exprimer de diverses manières. Il peut correspondre au pourcentage respectif des mâles ou des femelles par rapport à la population échantillonnée :

F : Nombre de femelle

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

M : Nombre de mâle

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

Ainsi exprimé, il traduit le taux de masculinité ou de féminité de la population considérée. Le sex-ratio peut aussi être exprimée par le rapport du nombre de mâle sur le nombre de femelles $SR = M/F$ ou inversement $SR = F/M$; ou encore au nombre de mâles pour 100 femelles ($M/F \times 100$) (Kartas et Quignard, 1984).

Dans cette étude, l'identification du sexe a été réalisée sur 147 individus. Son évaluation a été étudiée globalement pour déterminer l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre au sein de la population étudiée.

II.7. Analyses biométriques et calcul des indices biologiques

II.7.1. Coefficient de condition (K)

Il renseigne sur la condition physique du poisson. Il traduit les variations de l'état général des poissons en fonction des saisons, et surtout durant la période de ponte.

$$K = (Pt / Lt^3) * 100$$

- Pt (g)
- Lt (cm³)

II.7.2. Le rapport gonado-somatique (RGS)

La taille des gonades est un critère souvent utilisé dans les échelles macroscopiques de développement des ovaires ou des testicules. Devant l'incertitude du diagnostic de ces échelles, une mesure plus objective mettant en relation le poids des gonades et celui du corps a été introduit, le rapport gonado-somatique (RGS). En plus d'indiquer le stade de développement des gonades, la forme de la courbe d'évolution annuelle du RGS peut aussi donner une indication sur la stratégie et la période de ponte d'une espèce (West, 1990 Mahé et al., 2005).

L'évolution temporelle du RGS d'un poisson mature suit généralement trois phases. Une première phase où ce rapport est minimum et qui correspond à la période de repos biologique. Une deuxième phase où le RGS commence à augmenter et qui correspond à la phase de maturation des ovocytes et enfin une phase où il commence à diminuer et qui correspond à la période de ponte proprement dite. La formule utilisée pour établir le RGS individuel est la suivante :

$$\text{RGS} = (P_g / P_{ev}) * 100$$

- P_g : poids de la gonade
- P_{ev} : poids du poisson éviscéré

II.7.3. Le rapport Hépat-Somatique (RHS)

Chez les poissons, le foie joue un rôle important dans les processus liés à l'élaboration des produits génitaux. Il a été démontré chez les femelles de certains poissons que cet organe est responsable de la synthèse de la vitellogénine, principale protéine précurseur du vitellus des oeufs (Nunez, 1985). Le rapport hépat-somatique (RHS) est égale à cent fois le poids du foie sur le poids éviscéré du poisson (Belhoucine, 2012).

$$\text{RHS} = (P_f / P_{ev}) * 100$$

- P_f : poids de foie
- P_{ev} : poids du poisson éviscéré

II.7.4. Détermination de la teneur en eau

Nous avons jugé utile de déterminer la teneur en eau dans nos échantillons de la chair du merlu. Elle se définit comme étant le pourcentage d'eau contenu par unité pondérale de chair fraîche.

Notre protocole expérimental consiste à étuver 200g de sous-échantillon frais à une température de 70°C pendant 24 heures. Après la déshydratation complète, ces derniers sont pesés de nouveau et la teneur en eau (%) est déterminée de la manière suivante (Kartas et Quignard, 1984) :

$$\text{T}\% = ((P.F - P.S) / P.F) * 100$$

- P.F : Poids frais de l'échantillon considéré
- P.S : Poids Sec de l'échantillon considéré
- T % : Pourcentage en eau dans l'échantillon considéré (Teneur en eau)

Résultats et discussions

I. Résultats et discussions

Les connaissances actuelles sur la biologie de *Merluccius merluccius*, principalement la reproduction, est considérée un transitoire obligatoire pour améliorer l'évaluation de son stock. Dans les études de dynamique des populations, il est toujours nécessaire de connaître le sex-ratio. C'est en effet du nombre de femelles dans la population que dépend celui des futures recrues.

I.1. Sex-ratio global

Les merlus échantillonnés dans le golfe du Bejaïa sont au nombre de 147 spécimens. Sur l'ensemble du matériel biologique, le sex-ratio global (rapport du nombre de mâles (36) à celui des femelles (111)), calculé sur 147 poissons, est de l'ordre de 1,47. Cependant le taux de masculinité est de 24% pour un taux de féminité et de 76%. Le sex-ratio global comparé à un sex-ratio équilibré (un mâle pour trois femelles) montre une différence significative en faveur des femelles (**test de Khi-deux au seuil de 95 %**)

Le test de comparaison des deux pourcentages, révèle que le stock exploitable de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa renferme plus de femelles que des mâles (**Fig 22**).

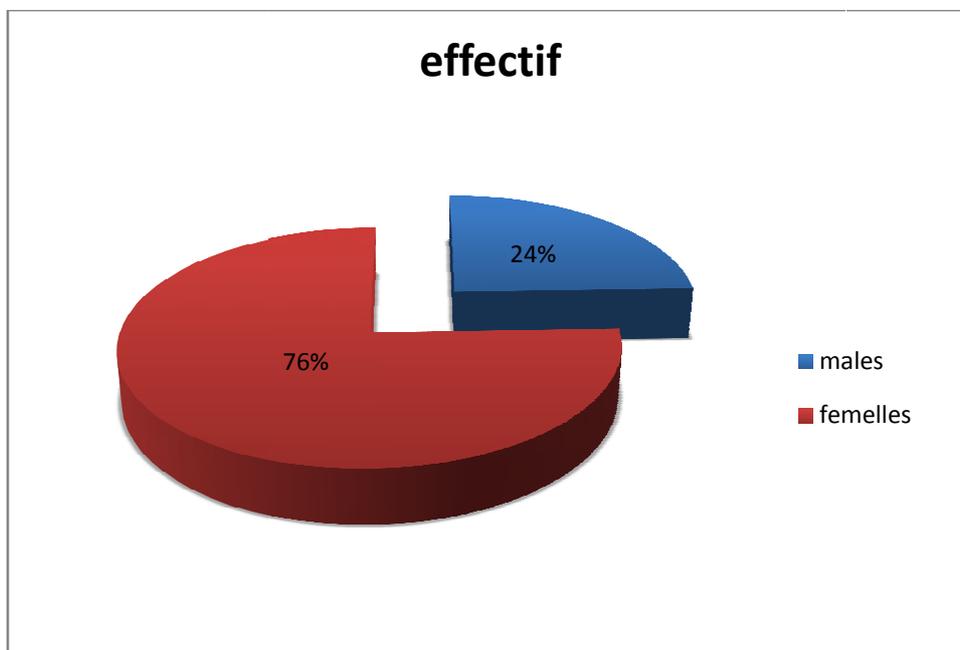


Figure 22 : pourcentage des sexes du merlu dans le golfe de Béjaïa.

I.2. Indices pondéraux

I.2.1. Rapport Gonado-Somatique (RGS) et Rapport Hépat-Somatique (RHS).

I.2.1.1. Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus femelles

L'évolution pondérale des gonades tout au long de la période d'étude nous a permis d'avoir une idée générale sur les variations mensuelles de la reproduction de l'espèce. Les valeurs moyennes du **RGS** des merlus femelles calculées pour chaque échantillon sont reportées dans le **tableau 4** et illustrées sur la **figure 23**.

L'évolution au cours du temps du Rapport Gonado-Somatique (**RGS**) a permis de mettre en évidence deux modes principaux et intenses du **RGS** : le premier en janvier (2,51), le second en avril (2,7), contre (2,22) en mars. Comme l'indique le **tableau 04**, nous avons une période de ponte maximale en mois d'avril (2,7). La diminution du RGS qui suit les pics repérés est consécutive à la ponte. Après la dépose des ovocytes, il y a régression de l'ovaire.

I.2.1.2. Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus femelles

Les données obtenues au cours de la période d'étude sont consignées dans le **tableau 05** et reportées graphiquement sur la **figure 23**. Les résultats obtenus suggèrent qu'en mois de janvier et avril, le poids du tissu hépatique est assez bas est respectivement traduit par un **RHS** de l'ordre de **0,89 % et 0,95%**. Il coïncide bien avec la période de ponte qui demeure importante en janvier et avril dont la gonade occupe la majeure partie de l'abdomen par rapport au foie. Cependant, nous observons l'inverse en mois de février et mars, le **RHS** enregistre un pic principal qui est entre **1,38% et 1,43%** qui correspond à un **RGS** de la période du repos sexuel de l'espèce.

Tableau 04 : Evolution mensuel du Rapport Hépat-Somatique RHS et du Rapport Gonado-Somatique RGS des merlus femelles du Golfe de Béjaïa.

	Effectif	RGS	RHS
Janvier	33	2,51	0,89
Février	14	2,05	1,38
Mars	47	2,22	1,43
Avril	17	2,7	0,95

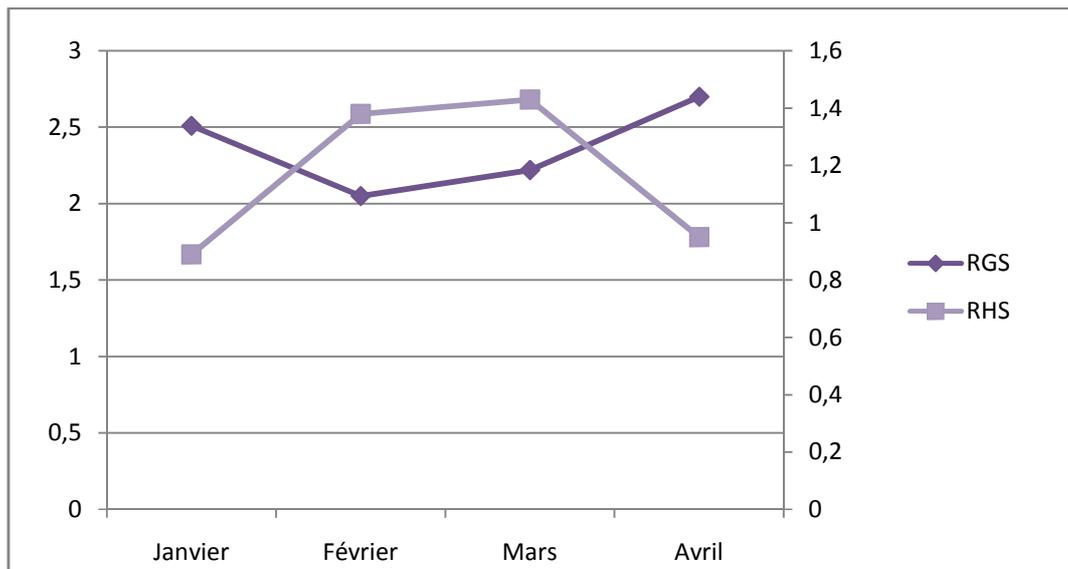


Figure 23 : Evolution mensuelle du **RGS** et **RHS** des merlus femelles du golfe de Bejaia.

I.2.1.3. Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus mâles

La courbe ci-après **figure 24**, visualise l'évolution du Rapport Gonado-Somatique chez les mâles **tableau 05** et met en évidence l'époque de l'émission maximum des spermatozoïdes.

I.2.1.4 Rapport Hépatosomatique (RHS) des merlus mâles

. Les données obtenues sont consignées dans le **tableau 6** et reportées graphiquement sur la **figure 24**. Le suivi de l'indice **RHS** a révélé qu'au mois de janvier et février, le poids du tissu hépatique enregistre un pic principal assez élevé, respectivement de l'ordre de **2,67 %** et **2,81%** et coïncide bien avec la période du repos sexuel ; donc le foie prend de la place par rapport à la gonade. Cependant, nous observons l'inverse en mois de mars et avril où la moyenne du **RHS** enregistrée est plus basse et respectivement de l'ordre de **2,17 %** et **2,27%** où la ponte est principale.

Tableau 05: Evolution mensuel du Rapport Hépatosomatique **RHS** et du Rapport Gonado-Somatique **RGS** des merlus mâles du Golfe de Bejaia.

Mois	Effectif	RGS	RHS
Janvier	16	0,76	2,67
Février	5	0,64	2,81
Mars	9	2,56	2,17
Avril	6	1,12	2,27

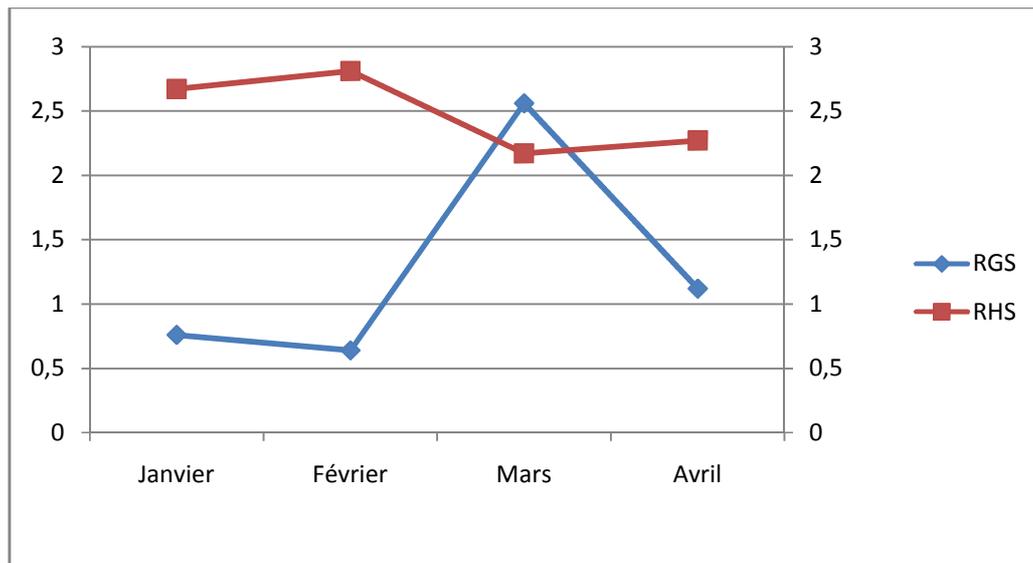


Figure 24 : Evolution mensuelle du **RGS** et **RHS** des merlus mâles du golfe de Bejaia.

I.2.2. Facteur de condition **K**

I.2.2.1. Facteur de condition **K** des femelles

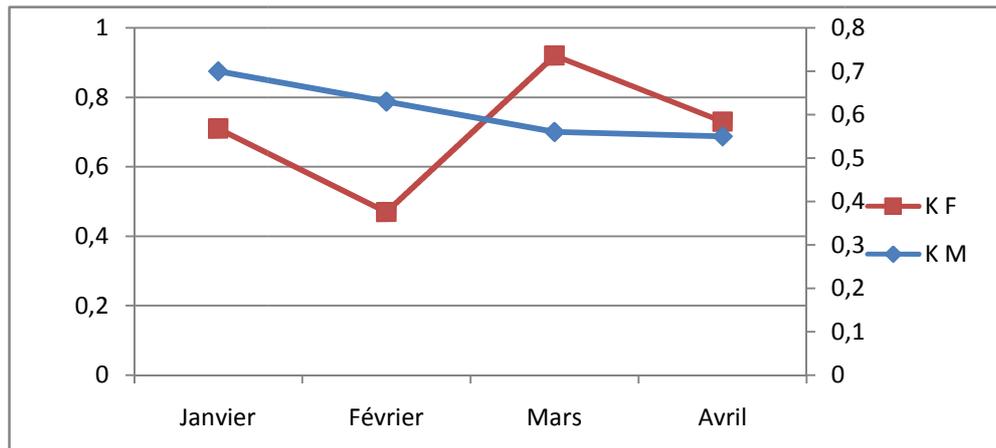
La **figure 25** et le **tableau 06** donnent l'évolution mensuelle du facteur de condition pour les femelles de *Merluccius merluccius*. Le facteur de condition subit des fluctuations durant la période d'étude, traduisant l'état général du poisson en fonction des activités physiologiques. Ainsi, les plus fortes valeurs enregistrées la période de repos sexuelles en mars (0,92), pendant que les valeurs les plus basses coïncident avec le pic de reproduction ce qui expliquerait que les femelles sont alors dans leur plus mauvaises conditions. Cependant, vu que **K** est proportionnel à la taille, **Belveze (1972)** et **Hamida (1987)**, Les femelles reprennent rapidement du poids, pour celà l'indice pondéral **K** atteint son maximum en mars (0,92).

I.2.2.2. Facteur de condition **K** des mâles

Les valeurs de l'indice pondéral des merlus mâles sont données au **tableau 06** et présentées sur la **figure 25**. Le Coefficient de Condition (**K**) moyen de ces mâles balance entre 0,7 et 0,55 de janvier à avril. On signale que l'évolution, au cours du temps, de cet indice morphométrique est diminuée tout au long de la période d'étude et notamment pendant la période de ponte. Une diminution du **K** est observée pendant le mois d'avril 0,55 montrant que les mâles ont subi un choc physiologique après la ponte.

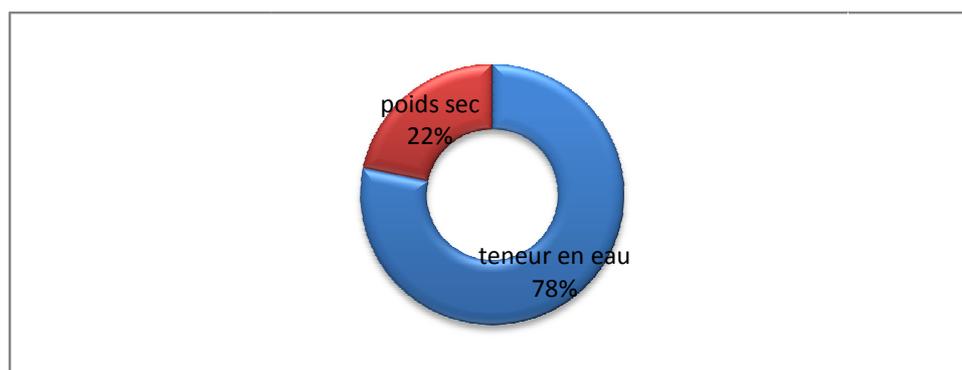
Tableau 06: Indice pondéral **K** mensuel des merlus femelles et mâles du golfe de Béjaïa.

Mois	Effectif	K M	Effectif	K F
Janvier	16	0,7	33	0,71
Février	5	0,63	14	0,47
Mars	9	0,56	47	0,92
Avril	6	0,55	17	0,73

**Figure 25:** Evolution mensuelle du facteur de condition **K** des merlus femelles et mâles

I.2.3. Détermination de la teneur en eau

La teneur moyenne en eau recherchée au niveau de muscle du merlu *Merluccius merluccius* de la baie de Béjaïa est reportée graphiquement sur la **figure 26**.

**Figure 26:** Teneur moyenne en eau dans le muscle du merlu de la Baie de Béjaïa.

I.3. Dosage des éléments traces (Pb, Zn, Ni)

Les **tableaux 8, 9 et 10**, montrent les résultats des analyses des éléments en trace métallique (Pb, Ni, Zn) obtenus à partir d'échantillon d'organe de *Merluccius merluccius* (muscle, foie humide, foie sec), analysés par spectrophotométrie d'absorption

atomique (**SAA af**) sur une durée de quatre mois (janvier, février, mars et avril 2015), dans le golf de Béjaïa.

De ce fait, une comparaison est faite entre la bioaccumulation des trois métaux, puis des variations de concentration métallique moyennes entre les classes de taille, ainsi qu'entre les organes indépendamment au niveau de golfe de Béjaïa.

Tableau 07: Concentrations en Pb des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais (Béjaïa 2015)

		Pb		
		foie sec	foie humide	Muscle
♂	-25 cm	0,0878	0,1746	0,1853
♂	+25 cm	0,0953	0,2795	0,0568
♀	-25 cm	0,1746	0,3663	0,0739
♀	+25 cm	0,1242	0,1778	0,0418

Le **tableau 07** laisse apparaître des concentrations en plomb dans tous les organes confondus de *Merluccius merluccius* qui se situent entre 0,0878 et 0,1746 ppm de poids frais pour le foie sec et entre 0,1746 et 0,3663 ppm de poids frais pour le foie humide. Pour le muscle, les concentrations se situent entre 0,0418 et 0,1853 ppm, ces résultats sont repris graphiquement sur la **figure 27**.

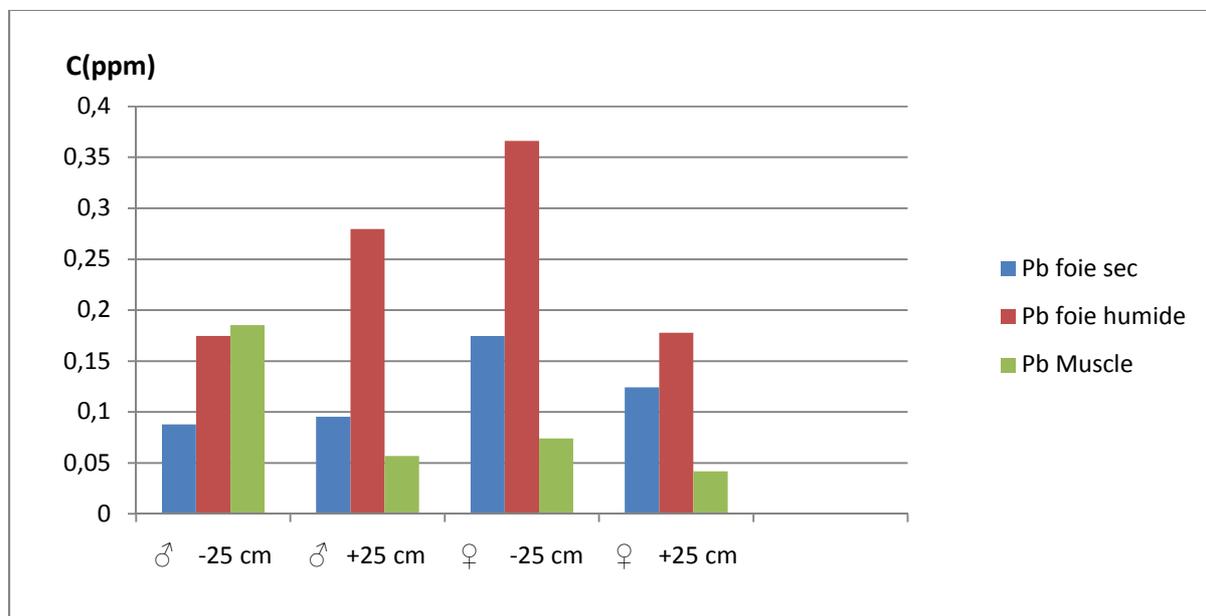


Figure 27: Concentrations en Pb des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais (Béjaïa 2015)

Tableau 08: Concentrations en Zn des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais (Béjaïa 2015)

	Zn		
	foie sec	foie humide	Muscle
♂ -25cm	2,3817	2,2986	1,6023
♂ +25cm	2,5533	2,7085	2,2159
♀ -25cm	2,4792	2,7736	3,1589
♀ +25cm	2,353	3,8281	3,4052

Le **tableau 08** regroupe les concentrations de Zinc chez *Merluccius merluccius*. Au niveau de tous les organes confondu, les concentrations en cet élément sont comprises entre 1.6023 et 3.8281 ppm pour le poisson du golfe de Béjaïa.

Au niveau du muscle, les concentrations de Zn sont entre 1,6023 et 3,4052 ppm. Les concentrations en Zn au niveau du foie sec vont de 2,353 à 2,5533 ppm de poids frais. Le foie humide présent des concentrations en Zn entre 2,2986 et 3,8281 ppm pour les échantillons du golfe de Béjaïa, les résultants sont illustrés graphiquement dans la **figure 28**.

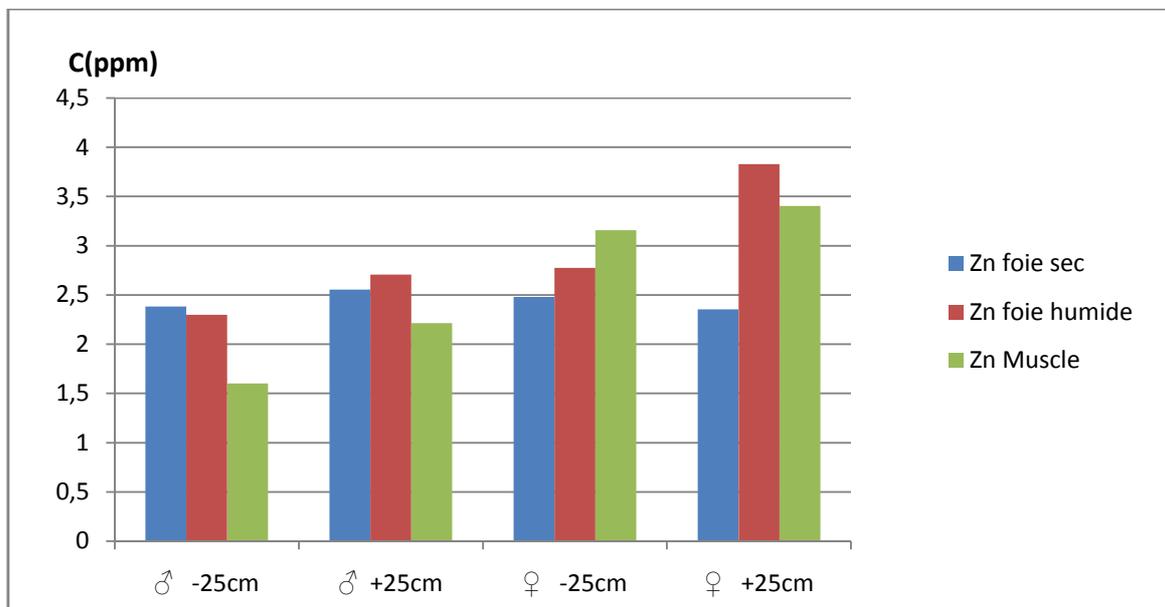


Figure 28: Concentrations en Zn des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm poids frais (Béjaïa 2015)

Tableau 09: Concentrations en Ni des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais (Béjaïa 2015)

	Ni		
	foie sec	foie humide	Muscle
♂ -25 cm	0,0208	0,074	0,0164
♂ +25 cm	0,0066	0,0774	0,0169
♀ -25 cm	0,15	0,0166	0,0059
♀ +25 cm	0,0218	0,0912	0,013

Le **tableau 09** regroupe les concentrations de nickel chez *Merluccius merluccius*. Au niveau de tous les organes confondus, les concentrations en cet élément sont comprises entre 0,0059 et 0,15 ppm pour le Merlu du golfe de Béjaïa.

Au niveau du muscle, les concentrations de Ni sont entre 0,0059 et 0,0169 ppm. Les concentrations en Ni au niveau du foie Sec vont de 0,0066 à 0,15 ppm et pour le foie humide, les concentrations en Ni varie entre 0,0166 et 0,0912 ppm pour les échantillons du merlu de golfe de Béjaïa, les résultantes sont illustrés graphiquement dans la **figure 29**.

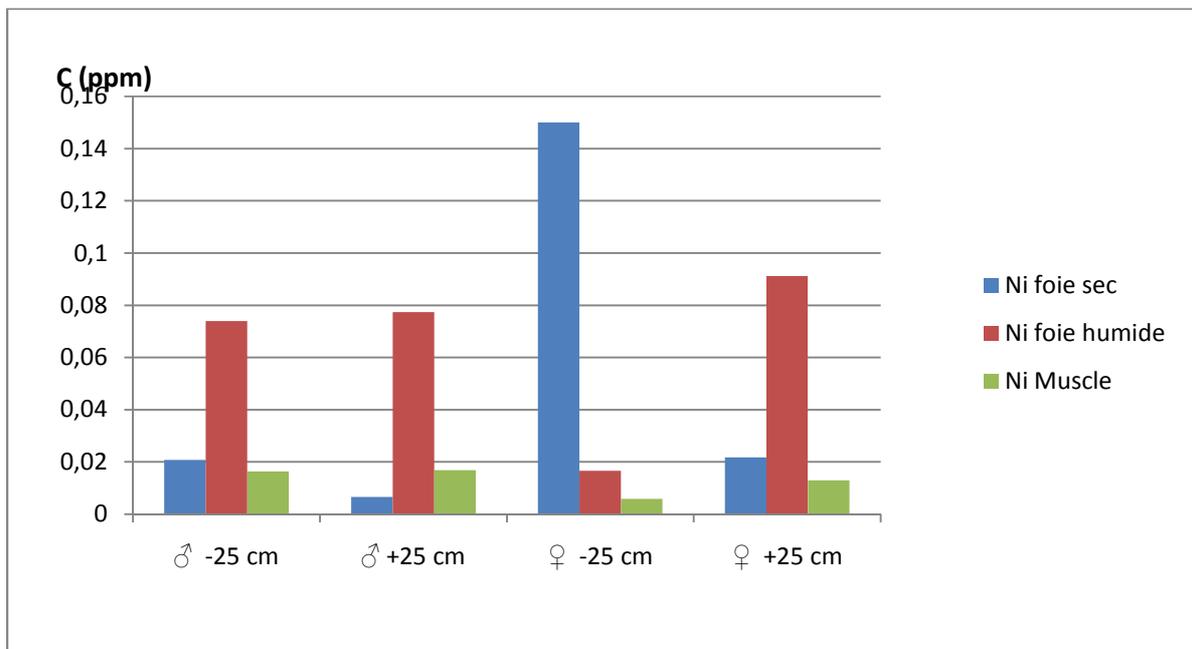


Figure 29: Concentrations en Ni des organes de *Merluccius merluccius* exprimées en ppm de poids frais (Béjaïa 2015)

I.4. Bioaccumulation du Pb, Ni et Zn

Les trois ETM (Pb, Ni, Zn) dosées dans les organes de *Merluccius merluccius* pêché au niveau de la Baie du Béjaïa entre janvier et mai 2015 sont retrouvés. Cependant, leurs concentrations sont très hétérogènes.

Au niveau de la Baie de Béjaïa le Zn est retrouvé à des concentrations largement supérieures à celles du Pb et du Ni, avec une concentration maximale et minimale respectivement de 3,8281 et 1,6023 ppm (P.F) au niveau des spécimens pêchés au niveau de golfe de Béjaïa. Cependant le plomb se présente avec des valeurs moins importantes que celles de zinc avec des concentrations maximale et minimale respectivement de 0,3663 et 0,0418 ppm au niveau des spécimens pêchés au niveau du golfe de Béjaïa. Par contre les concentrations de nickel sont moins importantes que les deux précédentes, il enregistre des valeurs maximale et minimale respectivement de 0,15 et 0,0059 ppm pour les spécimens pêchés au niveau du golfe de Béjaïa.

Ces résultats concordent avec toutes les études de bioaccumulation faites au niveau du Merlu de la Méditerranée (Belhoucine 2005 ; 2012) et sur d'autres poissons téléostéens (Benguedda-Rahal 1993, Bouderbala 1997, Dermeche 1998, Merbouh 1998, Haddou 2004, Benamar 2006, Borsali-Mrabet 2007, Benadda 2009, Ayad, 2011, Bouhadiba 2011), ainsi que celles faites au niveau international sur *Merluccius merluccius* (Bodiguel, et al 2008). En effet, Le Zn, étant un élément essentiel aux réactions enzymatiques des organismes vivants, il est retrouvé plus abondamment dans leur tissu que les éléments toxiques tels que le Pb et le Ni qui n'ont aucun rôle physiologique, et qui se présentent comme des perturbateurs écologiques. C'est le muscle (partie comestible) et le foie (lieu de stockage et de détoxification) qui sont visés par la plupart des études de bioaccumulation sur le merlu en Méditerranée.

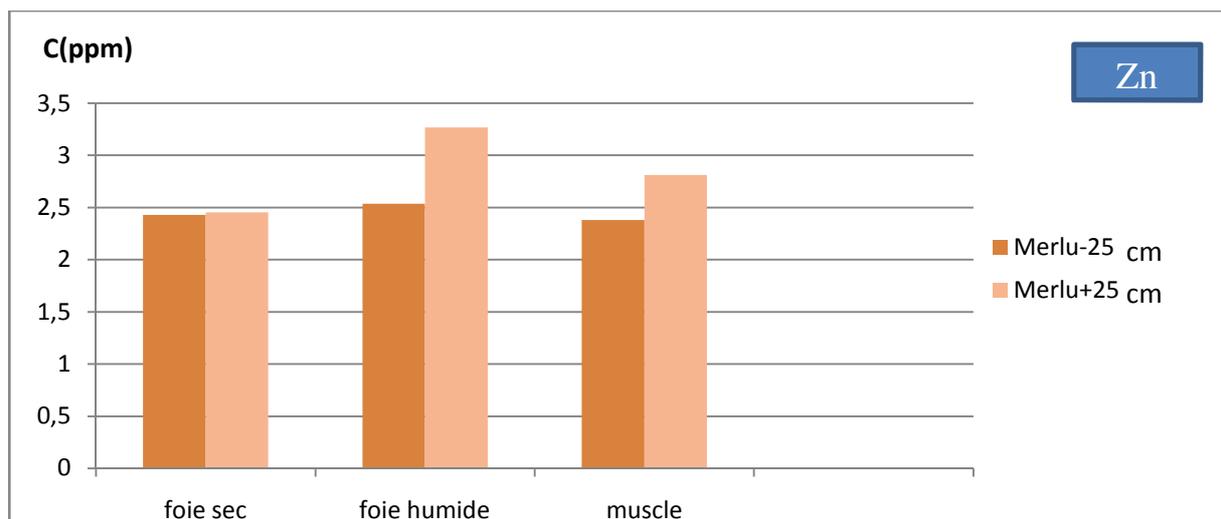
I.5. Variations des teneurs en métaux lourds par rapport aux classes de tailles

Afin de pouvoir étudier la variation de la contamination dans la population du merlu, deux classes de taille centimétriques ont été fixées à savoir: -25cm / +25cm. Plusieurs individus de chaque classe centimétrique ont été échantillonnés lorsque cela était possible. En considérant une étude individuelle de chaque élément en fonction de la taille, il se dégage plusieurs observations contribuant ainsi à apporter un complément aux résultats trouvés. Ces résultats sont rapportés dans le **tableau 10** et illustrés dans les **figures 30, 31, 32**.

Tableau10: les valeurs moyennes des ETM en fonction de classes de taille en ppm de poids frais (Béjaïa2015)

		Merlu-25cm	Merlu+25cm
Pb	foie sec	0,1746	0,1098
	foie humide	0,2705	0,2287
	muscle	0,1296	0,0493
Zn	foie sec	2,4305	2,4532
	foie humide	2,536	3,2683
	muscle	2,3806	2,8105
Ni	foie sec	0,0854	0,0142
	foie humide	0,0453	0,0843
	muscle	0,0112	0,015

Suite à cette étude, nous avons constaté globalement que les tissus hépatique et musculaire accumulent tous les deux, le zinc chez *Merluccius merluccius*, mais les concentrations les plus importantes se retrouvent au niveau du foie pour les deux lots de classes. Les concentrations de zinc sont plus importantes chez les individus dont la taille est supérieure à 25 Cm.

**Figure 30 :** Evaluation mensuelle des teneurs en Zinc (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe (Béjaïa 2015).

Au sein de chaque classe de taille, les teneurs en plomb révèlent une différence significative entre les deux organes. Des concentrations faibles sont enregistrées au niveau du muscle par rapport à celles présente au niveau du foie. La concentration de ce même métal toxique est plus élevée au niveau du lot le plus jeune.

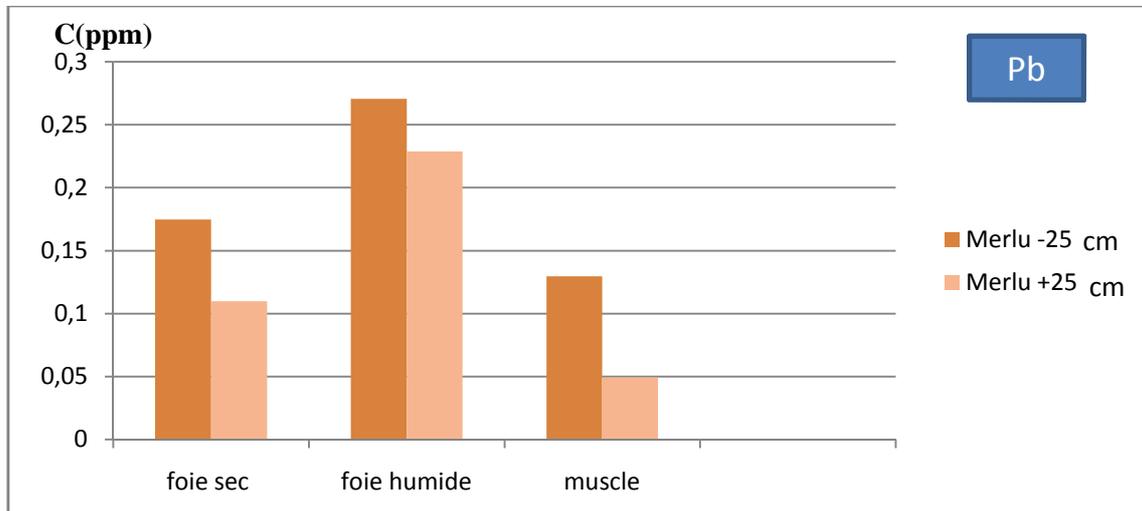


Figure 31: Evaluation mensuelle des teneurs Plomb (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe (Béjaïa 2015)

Suite à cette étude, nous avons constaté globalement que les tissus hépatiques accumulent des quantités plus importantes que les tissus musculaires.

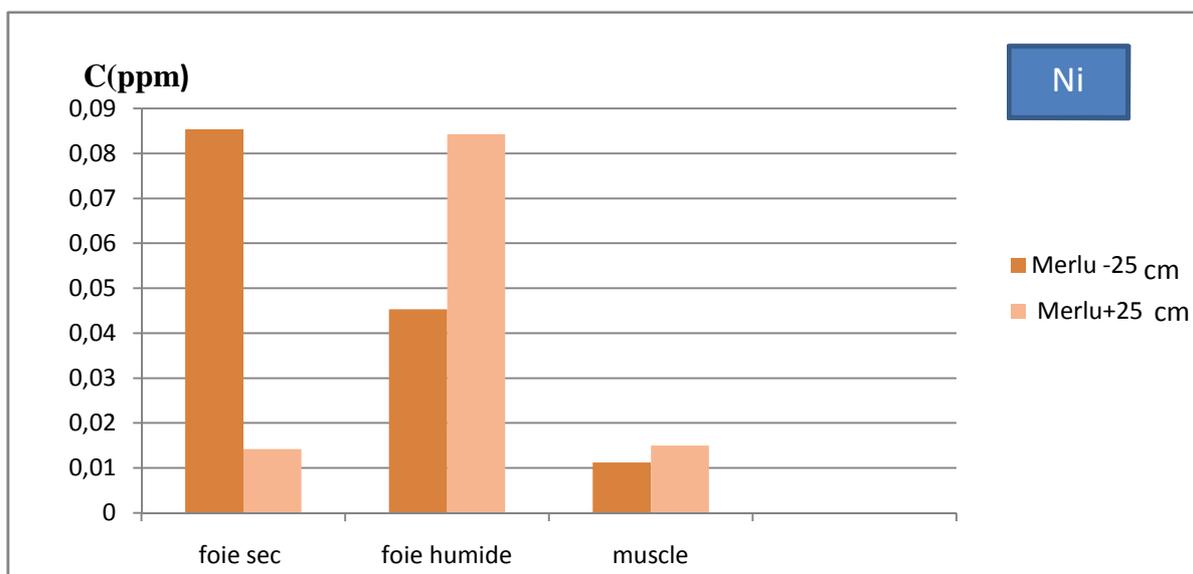


Figure 32 : Evaluation des teneurs en Nickel (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* par classe de taille et organe du Golfe de Béjaïa.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que dans la plupart des cas, les individus les plus âgés sont les moins contaminés pour les trois micropolluants. En revanche, les individus de petite taille semblent être la cible préférentielle de ces ETM. Les concentrations des métaux traces ont tendance à diminuer avec la taille du poisson. Cette situation est probablement à remettre en relation avec l'activité physiologique bien plus intense chez les jeunes populations qui croissent plus vite au cours de leur première année de vie, donc elles concentrent plus de métaux dans leurs tissus (Mahe et al, 2005 ,2007).

I.6. Variations des teneurs en métaux lourds en fonction du sexe

Dans le but d'étudier la variation de la contamination dans la population de merlu, deux classes ont été retenues à savoir: mâle et femelle. Plusieurs individus de chaque classe ont été échantillonnés.

En considérant une étude individuelle de chaque élément en fonction du sexe, plusieurs observations ont été faites et ont permis d'avoir les résultats suivants (Tab 12,13, Fig 33, 34) contribuant ainsi à apporter un complément aux résultats trouvés.

Tableau11: Valeurs moyennes du plomb et nickel en fonction du sexe (Béjaïa 2015).

	Pb			Ni		
	foie sec	foie humide	muscle	foie sec	foie humide	muscle
Mâle ♂	0,09155	0,22705	0,12105	0,0137	0,0757	0,01665
femelle ♀	0,1494	0,27205	0,05785	0,0859	0,0539	0,00945

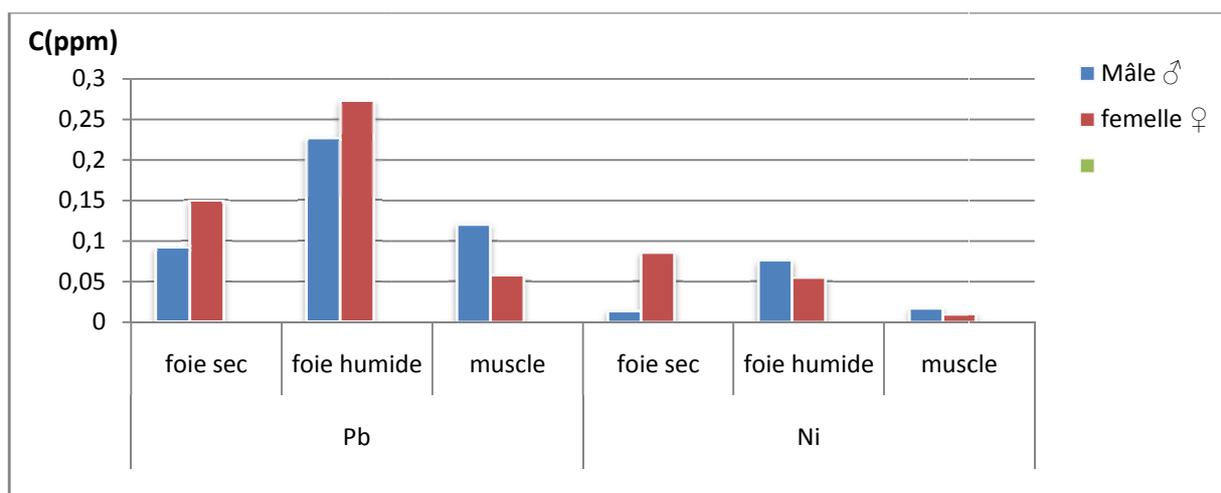
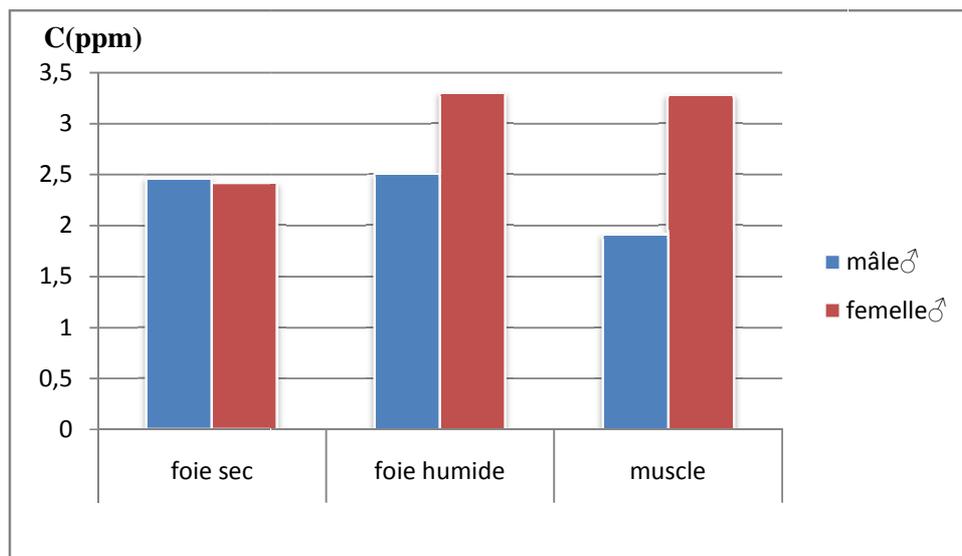


Figure 33 : Evaluation des teneurs en Plomb et Nickel (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* en fonction de sexe et des organes (Béjaïa 2015).

Tableau12: Valeurs moyennes du plomb et nickel en fonction du sexe (Béjaïa 2015).

	Zn		
	foie sec	foie humide	muscle
mâle♂	2,4675	2,50355	1,9091
femelle♂	2,4161	3,30085	3,28205

**Figure 34 :** Evaluation des teneurs en Zinc (ppm PF) chez *Merluccius merluccius* en fonction de sexe et des organe (Béjaïa 2015).

En général nous remarquons que les femelles sont les plus touchées par la contamination en ETM (Pb, Ni, Zn), en contrepartie ceux des mâles sont les moins contaminées. Mais on remarque que le muscle des mâles est plus touché que ce lui des femelles.

I.7. Comparaison avec les doses recommandées

Le poisson est une source de protéine animale importante, cependant sa contamination par les différents toxiques expose l'homme à ces derniers et limite sa consommation, ainsi les instances internationales et nationale ont mis des réglementations limitant les valeurs des produits de la mer en contaminants, pour qu'ils soient propres à la consommation (**Tab 13**).

En comparant entre les concentrations des éléments en trace métallique du muscle du Merlu, qui est la partie comestible du poisson et les normes internationales, il en ressort les résultats suivants :

Pour le Pb, les valeurs enregistrées sont inférieures aux recommandations de l'OMS mais sont supérieures à celle de l'Algérie et celles de la CE (les normes de la commission européenne sont en générale dix fois plus exigeants que celles d'OMS)

Tableau 13: Comparaison entre les concentrations en éléments traces métallique du muscle de *Merluccius merluccius* de golfe du Béjaïa et les doses admissibles.

	ETM		
	Zn	Pb	Ni
OMS	30 mg/Kg P.F	0,5 mg/Kg P.F	0.5 mg/Kg P.F
Algérie	/	0,3mg/Kg P.F	0,3 mg/Kg P.F
présent travail (muscle)	10,4 mg/Kg P.F	0,4mg/Kg P.F	0,0524 mg/Kg P.F

Concernant le Zn, les concentrations obtenues sont inférieures à celles de la FAO. Le Zn étant un élément essentiel, il est toxique à des concentrations largement supérieures aux normes car il existe des processus physiologiques efficaces pour le réguler.

Quand au Ni, sa concentration au niveau du muscle est inférieure à la concentration recommandée, toutefois présente une source de nuisance.

I.8. États de la contamination du muscle du Merlu par rapport à d'autres poissons pêchés au niveau du littoral occidental algérien

Le Merlu n'est qu'une partie des produits de la mer, le **tableau 14** montre les concentrations de muscle de différents poissons pêchés au niveau de littoral algérien.

Tableau 14 : Concentrations moyennes en éléments en trace métallique (moyenne en mg/Kg P.F.) du muscle de poisson pêché le long du littoral algérien.

	Ni	Pb	Zn	Auteurs
<i>Mullus surmuletus</i> Rouget de roche	/	5,284	53	Benguedda(1993), Baie d'Oran
<i>Sardina pilchardus</i> Sardine	/	8,68	43,96	Merbouh (1998), Baie d'Oran
<i>Boops boops</i> Bogue	/	1,6	54	Aoudjit(2000), Baie d'Oran
<i>Mullus barbatus</i> Rouget de vase	/	4,76	53	Bensahla (2001), Baie (Arziw), Oran
<i>Mullus surmuletus</i> Rouget de roche	/	0,92	84,92	Borsali –Mrabet (2007), Baie d'Oran
<i>Sardinella aurita</i> Allache	/	1,16	24,32	Benamar(2006),Baie d'Oran
<i>Trachurus trachurus</i> Saurelle	/	0,24	11,04	Benadda (2009), Baie d'Oran
<i>Diplodus sargus</i> Sar	/	1,28	12;02	Ayad (2011) , Baie d'Oran
<i>Mullus cephalus</i> Mulet	/	0,16	36,36	Bouhadiba (2011), Baie d'Oran
<i>Merluccius merluccius</i> Merlu	/	1,08	31,56	Belhoucine (2012), Baie d'Oran
<i>Mullus barbatus</i> Rouget de vase	0,28	/	11,04	Bentata (2015), Baie d'Oran
<i>Merluccius merluccius</i>	0,052	0,4	10,4	Présente étude (2015) Golfe de Béjaïa

Il est à noter que les concentrations de Pb les plus importantes sont retrouvées au niveau de la chair de sardine et de rouget de roche **Benguedda(1993),Merbouh (1998)**. Le Merlu présente des concentrations élevées en Pb par rapport à d'autres espèces.

Concernant le Zn, les concentrations les plus importantes sont retrouvées au niveau du muscle du rouget de roche, du mullet et de la sardine. Le merlu du golfe de Béjaïa ne renferme pas des concentrations en Zn importantes par rapport à d'autres espèces de poisson téléostéen au niveau de sa chair.

Ainsi, bien que le Merlu soit une espèce de poisson démersale vivant à proximité du sédiment, nous pouvons considérer que c'est un poisson téléostéen qui accumule le plus de contaminant, ceci serait en rapport avec la distribution des métaux traces dans le golfe de Béjaïa.

Si nous comparons entre les concentrations métalliques du muscle du merlu, il y a une grande différence entre les concentrations en Pb obtenues par **Belhoucine en 2012** et le présent travail. Même en ce qui concerne les concentrations du muscle du merlu en Zn, il y a une grande différence entre les deux résultats. Vu que c'est la même espèce, les facteurs intrinsèques sont identiques, nous pouvons incriminer dans ce cas les changements des facteurs extrinsèques.

Ces résultats révèlent des différences en fonction de plusieurs paramètres. Il est prouvé que l'accumulation des métaux dans les organes des poissons dépend de divers facteurs tels que le niveau de polluants dans l'eau et les sédiments, l'alimentation, la taille, le sexe, le comportement et les habitudes alimentaires, le cycle de reproduction,...etc, (**Al-Yousuf et al 2000, Canli et al 2003**).

Plusieurs études ont été réalisées sur les poissons téléostéens et plus précisément sur la contamination des métaux lourds dans littoral Ouest Algérien. Cependant les études sur cette problématique dans le secteur Est du littoral algérien restent quasiment absentes, et plus particulièrement dans le golfe de Béjaïa.

Conclusion

La présente étude est une contribution à la connaissance de certain aspect de la biologie de *Merluccius merluccius* dans le golfe de Béjaïa, Elle vient combler une lacune dans cette région pour laquelle aucune étude n'a encore été consacrée. Même si elle reste à affiner et pour certaines aspects à approfondir, il nous semble indispensable, au terme de ce travail, de rappeler les principaux éléments mis en évidence. La comparaison de la distribution des fréquences des individus (**SR**), révèle que le stock exploitable de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa renferme plus de femelles que de mâles.

Les pics des RGS moyens observés pour les mâles et les femelles laissent supposer que la ponte des œufs et l'émission des spermatozoïdes ont lieu au moment des périodes citées auparavant. Cependant les RGS individuels montrent que pendant la période d'étude, les mâles et les femelles émettent leurs gamètes au même temps.

Le suivi du RHS chez les mâles et les femelles montre qu'une mise en réserve a lieu dans le foie, plus important chez les femelles. Le décalage entre les pics de RGS et de RHS n'est pas important. Chez les femelles une augmentation du RHS en phase avec celle du RGS a été notée. Le stockage de réserves dans le foie semble donc en partie lié à la reproduction.

Les valeurs élevées **du facteur de condition K** moyen sont observées durant la période qui précède le démarrage de la reproduction et ceci quel que soit le sexe et l'intervalle de taille considérés tandis que les faibles valeurs apparaissent pendant la reproduction. Les réserves accumulées chez les grands reproducteurs sont relativement plus importantes que celles des jeunes poissons.

Merluccius merluccius communément appelé merlu européen est un poisson dont la chair est fortement appréciée et à forte valeur commerciale. Il fait partie des espèces de poissons fousseuses vivant à proximité des sédiments marins. Sachant que le sédiment est le principal intégrateur de polluants métalliques, il est de ce fait, recommandé comme bioindicateur de la qualité du milieu marin.

L'évaluation de la contamination du golfe de Bejaia dans notre travail s'est faite à travers le dosage des éléments traces métalliques (ETM) Pb, le Ni, et le Zn, au niveau des organes de *Merluccius merluccius*. Le Pb et le Ni sont des xénobiotiques purement toxiques, le Zn est un élément essentiel des réactions enzymatiques mais à forte concentration, il devient toxique. Ces polluants ont des origines anthropiques certaines aux alentours de la zone étudiée.

Notre travail d'échantillonnage s'est étalé de janvier à avril 2015 couvrant ainsi une période de quatre mois. La recherche des contaminants a été faite au niveau du muscle et du

foie. Après minéralisation humides des sous échantillons nous avons effectué une quantification du Pb, du Ni et du Zn au spectrophotomètre à absorption atomique (SAA af).

Les résultats de notre étude révèlent une contamination certaine, avec la présence des trois ETM dosés, le Pb, Ni et Zn au niveau des organes et au niveau de la zone d'étude.

Les résultats retrouvés ne font que confirmer l'existence d'une relation entre la pollution de notre côte et les nombreuses sources d'ETM énumérées précédemment. Cette pollution laisse son empreinte sur les produits de la mer.

L'homme étant le dernier maillon de la chaîne alimentaire, il est, même à terre exposé à cette pollution qu'il a lui-même engendré. De ce fait, il se retrouve contaminé à son tour.

Au terme de ce travail consacré à l'évaluation de la qualité écologique du golfe de Béjaïa, par le *M. merluccius* bioaccumulateur des métaux lourds, plusieurs suggestions peuvent être dégagées pour compléter cette première étude et prévenir des perturbations futures à fin de protéger et préserver la biodiversité au niveau de cette région :

- Le recensement des sources de pollution et l'estimation du volume des polluants, qu'ils soient naturels ou anthropiques ;
- La mise en œuvre d'un programme efficace destinée à résoudre le problème des eaux usées (urbaines et industrielles) par la mise en place, notamment, des stations d'épuration.
- La réhabilitation des installations portuaires de réception des eaux de ballast et la réalisation de nouvelles unités pour le stockage des produits chimiques ;
- L'instauration des programmes afin de découvrir et définir les sources diffuses des différents produits chimiques.
- La sensibilisation du grand public et des professionnels de la mer sur la valeur des milieux maritimes pour les générations actuelles et futures.
- L'application de la réglementation en vigueur en matière de rejets d'eaux usées par rapport aux normes sanitaires et de qualité permettant la protection de la vie aquatique, couplés avec des programmes de recherche appropriés.
- Les entreprises, les pouvoirs publics et la société civile devront travailler conjointement pour réconcilier trois mondes qui se sont longtemps ignorés : l'économie, l'écologie et le social. À long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable.

Conclusion

Annexe

Références bibliographiques

Référence bibliographique

- AI-Yousuf M.H., EI-Shahawi M.S., AI-Ghais S.M., 2000.** Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Sci Total Environ* 256:87-94
- Aksu, A., Bands, N., Taekin., Ô, & Erean., M., 2011** - Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in hake (*Merluccius merluccius*) from the Marmara Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. Volume **182**, Numbers 1-4, 509-521
- Aldebert, Y. & Carriès, C., 1988** - Problèmes d'exploitation du merlu du golfe du Lion. Fuengirola, C.G.P.M., 5ème Consultation technique sur l'évaluation des stocks Baléares et Golfe du Lion: 87-91.
- Aldebert, Y. & Carriès, J. C., 1989a** - La croissance du merlu dans le Golfe du Lion. Méthodologie. Problèmes posés. *Report of the age-reading workshop on Mediterranean Hake and Sardine*. Palma de Mallorca, Espana, 10-15 April 1989: 66-70.
- Aldebert, Y. & Morales-Nin, B., 1992** - La croissance des juvéniles de merlu dans le golfe du Lion : nouvelles méthodes d'approche. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **33**: 281-281.
- Aldebert, Y. & Recasens, L., 1995** - Estimation de la croissance du merlu dans le golfe du Lion par l'analyse des fréquences de taille. *Rapport de la Commission Internationale sur la Mer méditerranée*, **34**: 236-236.
- Aldebert, Y. & Recasens, L., 1996** - Comparison of methods for stock assesment of European hake *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Living Resour.* **9**: 13-22.
- Aldebert, Y., 1981** - Contribution à la biologie du merlu du Golfe du Lion: premières données sur la croissance. *Rapp. Comm. Int. Mer médit.*, **27(5)**: 47-48
- Alheit, J. & Pitcher, T.J., 1995** - Hake. Fisheries, Ecology and Markets. *Fish and Fisheries Series 15*. Chapman and Hall, London.
- Alheit, J. & Pitcher, T.J., 1995** - Hake: Fisheries, Ecology and markets. Chapman & Hall,
- Alvarez, P., Fives, J., Motos, L., & Santos, M. 2004.** Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions. *Journal of Plankton Research*, **26**: 811-826.
- Alvarez, P., Motos, L., Uriarte, A. & Engana, J., 2001** - Spatial and temporal distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. *Fisheries Research*, 50: 111-128.

Référence bibliographique

- Amiard-Triquet, C., Pinneau, A., Boiteau, H. L., Metayer, C. & Amiard-Triquet, C., 1987** Application de la Spectrophotométrie d'absorption atomique Zeeman au dosage de 8 éléments traces (Hg, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Se) dans les matières biologiques solides. *Waters* **21** (6), 693-697.
- Andaloro, F., Arena, P. & Prestipino Giarritta, S., 1985** - Contribution to the knowledge of the age, growth and feeding of hake *Merluccius merluccius* (L. 1758) in the Sicilian channel. *FAO Fish Rep.* **336**: 93-97.
- Aoudjit, N., 2001** - Etude de certains facteurs biologiques et de la contamination de la Bogue (*Boops Boops*) par les métaux lourds provenant de la baie d'Oran. *Thèse de Magister*: Université d'Oran. 243p.
- Arbault, S. & Lacroix-Boutin, N., 1969** - Epoque et aires de ponte de poissons téléostéens du le Golfe de Gascogne en 1965-1966 (oeufs et larves). *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.* **33**(2): 181-202.
- Ayad F., 2011.** Etude de la pollution métallique par trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn) dans les organes (Foie, muscle, gonades) chez le sar *Diplodus sargus* (L. 1758) pêché dans la baie d'Oran. Mémoire de magister, université d'Oran. 136p.
- Bagenal, T. B., 1954** - The growth rate of the hake, (*Merluccius merluccius* L.), in the Clyde and other Scottish sea areas. *J. mar. biol. Assoc. U.K* **33**: 69-95.
- Beamish, F. W. H., 1966** - Vertical migration of demersal fish in the northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **23**: 109-139
- Belcari, P., Ligas, A. & Viva, C., 2006** - Age determination and growth of juveniles of the European hake, *Merluccius merluccius* (L., 1758), in the northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, **78** : 211-217.
- Belhoucine F., 2005.** Contamination du merlu *Merluccius merluccius* (L. 1758) par trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn) pêché dans la baie d'Oran. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 110p+annexes.
- Belhoucine F., 2012.** Etude de la biologie, de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (*Merluccius merluccius* L. 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zn, Pb, Cd) dans la baie d'Oran, Algérie. Thèse de doctorat, université d'Oran, 275p+ annexes.
- Belhoucine, F., Bouderbala, M. & Boutiba, Z., 2008** - Evaluation de la contamination métallique du merlu (*Merluccius merluccius* L., 1758) de la baie d'Oran. *Actes des Dixièmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer et de la Première Rencontre Tuniso-Française d'Ichtyologie*: (13) (Sousse Tunisie (20-23 décembre 2008)).

Référence bibliographique

- Bellail, R. & Labastie, J., 1999** - Compte-rendu de participation à l'atelier de lecture d'âge de merlu (*Merluccius merluccius*) tenu au Centre IEO de Vigo du 14 au 21 février 1999.5p.
- Belloc, G., 1923** - Note sur la croissance du merlu. Notes Mem. Off. Scient. *Tech. Pêches Marit.*, **21**: 1-32.
- Belloc, G., 1929** - Poissons de chalut. Etude monographique du merlu (*Merluccius merluccius*). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, **2**: 154-288.
- Belloc, G., 1935** - Etude monographique du merlu *Merluccius merluccius* L. 3^{ème} partie, *Revue des travaux de l'Office des pêches maritimes*, **8**: 145-202.
- Belon, P. 1553** - De aquatilibus, libri duo cum eiconibus ad vivam ipsorum effigiem, quoad eius fieri potuit, expressis. *Ad amplissimum Cardinalem Castillionaeum*. —pp. (1-31), 1-448. Parislis. (Stephanus).
- Belvèze, H., 1972** - Le facteur de condition de la sardine et son évolution à Safi et Agadir, *Bull.Inst.*
- Benadda H., 2009**. Evaluation de la pollution marine par trois métaux lourds(Cd, Pb, ZN), sur un poisson pélagique, la saurel (trachurus trachurus L. 1758): pêché dans la baie d'Oran. Mémoire de magister, Université d'Oran.76p
- Benamar N., 2006**. Evaluation de la pollution marine par trois éléments en trace métallique (Cd, Pb, Zn) sur un poisson pélagique, l'allache *Sardinella aurita* (Valencienne, 1847) pêchée dans la baie d'Oran. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 197p.
- Benguedda-Rahal W., 1993**. Contribution à l'étude de quelque polluants métalliques chez la moule *Perna perna* et le rouget *Mullus surmuletus* dans la partie occidental du golf d'Arzew. *Mémoire de magister en oceanographie biologique*, 108p.
- Bensahla talet L., 2001**. Contamination du rouget de vase (*Mullus barbatus* L.1758) par quatre métaux lourds (Cd, Pb, Cu et Zn) pêché dans la baie d'Arzew. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 105p
- Bentata k ., 2015** : évaluation de la contamination métallique par trois métaux traces (Zn, Ni et Zn) du rouget de vase *Mullus barbatus* (L,1758) pêché au niveau de la cote occidentale algérienne , thèse de magister ,université d'Oran, 122 p.
- Betatache, Outmani., 2007-** le niveau d'exploitation de quelques especes de poissons et statistiques de débarquement dans le golfe de gejaia.
- Bodiguel, X., 2008** - Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe du Lion. *Thèse Doctorat*. Université Montpellier I. 190p.
- Bodiguel, X., Tronczyfiski, J., Loizeau, V., Munschy, C., Guiot, N., Le Guellec, A.M.,**

Référence bibliographique

- Olivier, N., Roupsard, F. & Melon, C., 2008** - Classical and novel organohalogen compounds (PCBs and PBDEs) in hake (*M. merluccius*, L.) from Mediterranean and Atlantic coasts (France). *Environmental Toxicology* 2008, Witt Press. 157-167.
- Borsali-Mrabet S., 2007.** Contamination du rouget de roche (*Mullus surmuletus* L. 1758) dans les organes (foie, muscle et gonades), par trois métaux lourds pêché dans la baie d'Oran. Mémoire de magister, université d'Oran, 197p.
- Bouaziz, A., 1992** - Le merlu (*Merluccius merluccius mediterraneus*, Cadenat 1950) de la baie de Bou-Ismaïl: biologie et écologie [The hake of the Gulf of Bou -Ismaïl: biology and ecology]. *Thèses Magister Océanogr. Biol.*, ISMAL (Alger): 85 p. + annexes.
- Bouaziz, A., Semroud, R., Djabali, F., & Maurin, C., 1998b** - Reproduction du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) dans la région de Bou-Ismaïl *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35**: 109-117.
- Bouderbala M., 1997.** Etat actuel de la pollution par les métaux lourds et son impact sur les cétacés dans le bassin algérien. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 138p.
- Bouhadiba S. 2011.** Evaluation de la concentration des quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez le mulot (*Mugil cephalus* L. 1758) pêché dans les baies d'Oran et de Béni saf. *Mémoire de Magister*, université d'Oran, 125p.
- Boulkrah H., 2008.** Etude comparative de l'absorption des ions plomb sur différents absorbants. *Thèse*. Université de 20 aout 1955 Skikda. 356 P.
- Bowman, R. E. & Bowman, E. W., 1980** - Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of the silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 1562-1572.
- Bozzano, A., Recasens, L. & Sartor, P., 1997** - Diet of the European hake (*Merluccius merluccius*) distribution and growth of *Merluccius merluccius* recruits in the Ligurian sea, observations on the 0 group. *Cybium*,
- Bozzano, A., Sardà, F. & Rios, J., 2005** - Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. *Fish. Res.*, **73**: 29-36.
- Bryan, S. E. & Hidalgo, H. A., 1976** — Nuclear 115 cadmium: uptake and disappearance correlated with cadmium Binding protein synthesis. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **68**: 858-865.
- Cadenat, J., 1950** - Note sur les merlus de la côte occidentale d'Afrique. *Congr. Pêches Pêcher. Un. Franc, d'Outre-Mer, Inst. Col., Marseille.* 128-130.
- Cadenat, J., 1952** - Note au sujet des merlus de la région de Dakar. *J. Cens. int. Explor. Mer*,

Référence bibliographique

- 18: 231p.
- Canli M., Ath G. , 2003.** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environ Pollut.* 121:129-136
- Casarino, B. & Motos, L., 1996** - Identification and distribution of hake *Merluccius merluccius* (L.) eggs and larvae in Bay of Biscay waters. Annex to the first SEFOS *Annual Report*.
- Casas S., 2005.** Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Thèse de Doctorat de l'université du sud Toulon Var, 276p.
- Casey, J. & Pereiro, J.A., 1995** - European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic. In: Alheit J., Pitcher T. (eds) *Hake : Biology, Fisheries and Markets*. Chapman & Hall, London, p125147.
- Castillo, A. G .F., Martinez, J. L. & Garcia-Vasquez, E., 2004** - Fine spatial structure of Atlantic hake (*Merluccius merluccius*) stocks revealed by variation at microsatellite loci. *Marine Biotechnology*, 6: 299-306.
- Chiffolleau, J. F., 2001** - La contamination métallique, Programme scientifiques Seine-Aval. Editions Ifremer, 39p.
- Cimmaruta, R., Bondanelli, P. & Nascetti, G., 2005** - Genetic structure and environmental heterogeneity in the euroean hake (*Merluccius merluccius*). *Molecular Ecology*, 14(8), 2577-2591.
- Clark, R. S., 1920** - The pelagic young and early bottom stages of teleosteans. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 12: 152-240.
- Colloca, F., 1999** - *Merluccius merluccius*. In: Relini, G., Bertrand, J.A., Zamboni, A. (eds.) Synthesis of knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.* 6(1):259-270.
- Conor, R., 1980** - Metal contamination of food. *Applied science publishers*. London. 290p.
- Coombs S. H., Mitchell C. E., 1982** - The development rate of eggs and larvae of the hake, *Merlucciu merluccius* (L.), and their distribution to the west of British Isles. *I Cons. Int. Expl. Mer*, 40: 119-126.
- Coombs, T.L., 1980** - Heavy Metal Pollutants in the Aquatic Environment Animals and Enviromental Fitness Volume I. Editeb by R. Gilles: 28-30.
- D.P.R.H 2015:** Direction de la pêche et des ressources halieutique de Béjaïa.
- De Pontual, H., Jolivet, A., Fablet, R. & Bertignac, M., 2007** - Diel rhythm in diving behavior of European hake and associated thermal changes revealed by archival

Référence bibliographique

tagging. 2nd

- Decamps, P. & Labastie, J., 1978** - Note sur la lecture et l'interprétation des otolithes du *démersales* — sous groupe Nord. Banjul, Gambie, 6-14 novembre 2007.
- Dermeche S., 1998.** Teneur en métaux lourds Cd, Pb, Cu, Zn et Ni chez l'Oursin commun *paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) pêché dans le golf d'Arzew. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 125p.
- Dominguez, P.R., Korta, M., Saborido-Rey, F., Murua, H., Sainza, M., & Pi fieiro, C., 2008b** Changes in size at maturity of European hake Atlantic populations in relation with stock structure and environmental regimes. *Journal of Marine Systems*, **71(3- 4)::** 260-278.
- Dominguez-Petit, R., Saborido-Rey, F. & Medina, I., 2009** - Changes of proœdmate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season, *Fish. Res.* Doi: 10.10167/j.fishres.2009.05.016. IISN. 0165-7836.
- Dupont, E., 1972** - La valeur de la méthode otolithométrique pour la détermination de l'age du merlu méditerranéen. *Ball. Inst. R. SciNat Belg.*, **48(1): 1-15.**
- Ersoy, B., Celik, M., 2010** - The essential and toxic elements in tissues of six commercial demersal fish from Eastern Mediterranean Sea. *Food and Chemical Toxicology* 48(2010) 1377-1382.
- F.A.O, 2010** - *Rapport du Groupe de travail FAO/COPACE sur l'évaluation des ressources démersales* — sous groupe Nord. Banjul, Gambie, 6-14 novembre 2007.
- FAO, 1986** - Rapport du group de travail special sur les pêcheries de merlus et de crevettes profondes dans la zone nord du COPACE. IEO, Sta. Cruz de Tenerife, Sapagne. 2 -5 Mai 1984. *FAO COPACE/PACE Series* 86/83.
- FAO., 1977** - Manuel des méthodes de recherches sur l'environnement aquatique. 3ème partie : Echantillonnage et analyse du matériel biologique. *Doc. Tech. Pêches FIRI/T* 158; 113p.
- FAO/UNEP., 1993.** Report of the FAO/UNEP/IAEA training workshop on the design of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms, Athens, 247pp.
- Farifia, A. C. & Fernández, A., 1986** - Datos biológicos de la merluza del oeste de Irlanda", *Ciencia y Tecnologia.* 47 :1-13
- Ferraton, F., Harmelin-Vivien, M., Mellon-Duval, C. & Souplet A., 2007** - Spatio-

Référence bibliographique

- temporal variation in diet may affect condition and abundance of juvenile European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *MEPS*, **337**: 197-208.
- Fives, J.M., Acevedo, S., Lloves, M., Whitaker, A., Robinson, M. & King, P.A., 2001** - The distribution and abundance of larval mackerel, *Scomber scombrus* L., horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), hake, *Merluccius merluccius* (L.), and blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso, 1826) in the Celtic Sea and west of Ireland during the years 1986, 1989 and 1992. *Fisheries Research*, **50**: 17-26.
- Foutlane, A., 1983** - Spéciation des métaux lourds dans l'oued Moulouya au Maroc. *Thèse de 3ème cycle*. Université Paris XII.
- frequency distributions. *ICES C.M 1989/G*: 37. 16p.
- Garcia-Rodriguez, M., & Esteban, A., 2002** - How fast does hake grow? A study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius* L.) comparing whole otoliths readings and length frequency distributions data. *Scientia Marina*, **66**: 145-156.
- Goñi, R. & Pineiro, C., 1988** - Study of the growth pattern of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from the southern stock: *ICES Divisions VIIIc and IXa*.
- Goñi, R., 1983** - Growth studies of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from the northwest African shelf. *ICES CM 1983/G* : 10 : p.16
- Guichet, R. & Labastie, J., 1991** - Détermination de l'âge du merlu (*Merluccius merluccius* L.) – Problèmes d'interprétation des otolithes. Tissus durs et âge individuel des vertébrés. *Colloque national Bondy*, 4-6 mars 1991: 71-78
- Guichet, R., 1988** - Etude de la croissance du merlu européen (*Merluccius merluccius* L.) au cours de ses premières années. *ICES CM 1988/G*: 53.
- Guichet, R., 1996** - Le merlu européen (*Merluccius merluccius* L.). *RIDRV*. 96 - 04: 55p
- Guichet, R., Quero, J. C. & Labastie, J., 1973** - Estimation de la composition du stock du merlu au nord et à l'ouest de l'Irlande. *ICES Document*, CM 1973/G: 5
- Habib A. Koudii M., 1990**- la pêche au chalut et à la senne au port d'Alger. Études statistiques des mises à quai et détermination de niveau d'exploitation de quelques espèces ciblées. *Ing. Halieutique*, 145p.
- Haddou A., 2004**. Impact de la contamination marine par trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn) sur un mollusque la seiche (*Sepia officinalis* L. 1758) peche dans la baie d'Oran. *Mémoire de magister*, université d'Oran, 109p.
- Haynes, D. & Johnson, J. E., 2000** - Organochlorine, heavy metal and polyaromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the Great Barrier Reef (Australia): a review.

Référence bibliographique

- Mar. Pollut. Bull.* **41**: 267278
- Hemida, F., 1987** - Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région d'Alger : Biologie et exploitation. *Thèse de Magister. U.S.T.H.B. Alger*: 138p.
- Hickling, C. F. & Rutenberg, K. M., 1936** - The ovary as an indicator of spawning period in fishes. *J. Mar. Biol.*, **2**: 197-532.
- Hickling, C. F., 1930** - The natural history of the hake. Part III. Seasonal changes in the condition of the hake. *Fishery Investigations of Ministry of Agriculture and Fisheries. Series II*, XII (1).
- Hickling, C. F., 1935** - The hake and the Hake Fishery. Edward Arnold & Co., London. 142pp.
- Hickling, C.F., 1933** - The natural history of hake. 4. Age determination and growth rate. U.K. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. *Fisheries Investigations Series 2*. 13(2): 120 p.
- Horstman, R. K., 1988** - An investigation of the larval and postlarval fish community of the Celtic Sea, with special emphasis on the demographics of Larval Mackerel (*Scomber scombrus*). *Thesis Doctoral*. Department of Zoology, University College Galway, Galway.
- ICES, 2007** - Report of the Working Group on the Assessment of Hake, Monk and Megrim
- Ifremer, 2006** - Résultats de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral - Bulletins régionaux de la surveillance, site Ifremer, accessible sur <http://www.ifremer.fr/envlit>, dernière mise à jour le 28/04/2006, accédé le 10/08/2006.
- Iglesias, S. & Dery, L., 1981** - Age and growth of hake (*Merluccius merluccius* L.) from ICES Divisions VIIIc and IXa. *ICES Document*, CM 1981/G: 38.
- Insiridou, A. & Triantaphyllidis, C., 1999** - Developing and Applying Molecular Techniques to Differentiate Between the Atlantic and Mediterranean Hake (*Merluccius merluccius*) As a Case of Study. European Commission. *Technical Note* N° 1: 99.102.
- in the Western Mediterranean (Gulf of Lion). *Sci. Mar.*, **61**: 1-8.
- Inada, T., 1981** - Studies on the Merlucciid fish. *Bull Far Seas Fish Res. Laboratory, Shimizu, Japon.* **18**: 1-172.
- IPCS/INCHEM.** 2014c. International Programme on Chemical Safety, International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 221 [ZINC](http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm#1.1). www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm#1.1
- Jeffrey, J.A. & Taggart, C.T., 2000** - Growth variation and water mass associations of

Référence bibliographique

- larvalsilver hake (*Merluccius bilinearis*) on the Scotian Shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **57**: 1728-1738.
- Kabatab, Z. & Ho. J.S., 1981** - The origin and dispersal of hake (genus *Meluccius*: Pisces: Teleostei) as indicated by its copepod parasites. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **19**: 381-404.
- Kacher, M. & Amara, R., 2005** - Distribution and growth of 0-group European hake in the Bay of Biscay and Celtic Sea: a spatial and inter-annual analysis. *Fisheries Research*, **71**: 373-378.
- Kartas, F. & Quignard, J.P., 1984** - La fécondité des poissons téléostéens. Ed. Masson. Paris.
- Kraal, M. H., Kraak, M.H., de Groot, C. & Davids, C. 1995** - Uptake and Tissue Distribution of Dietary and Aqueous Cadmium by carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* **31**: 179-183.
- Lago de Lanzos, A., 1980** - Contribution al estudio del ictioplancton del Mediterraneo occidental. *Bol. Inst. Espa. Oceano.*, 6 (**301**): 137-155.
- Leclaire, L., 1972** - La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro – Baléares (Précontinent Algérien). Tome XXIV. Edition de Muséum, Paris, France, 391p.
- Liang, Y., Wong, M. H., Shutes, R. B. E. & Revitt, D. M., 1999** - Ecological risk assessment of polychlorinated biphenyl contamination in the Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. *Water Research*, **33**: 1337±1346.
- Linnaeus, C., 1758** - Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordinus,
- Lucio, P., Murua, H. & Santurtun, M., 2000** - Growth and reproduction of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay during the period 1996–1997. *Ozeanografika*, **3**: 325–354.
- Lundy, C.J., Rico, C. & Hewitt, G.M., 2000** - Temporal and spatial genetic variation in spawning grounds of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. *Molecular Ecology*, **9**: 2067-2079.
- Mackas, D.L., Kieser, R., Saunders, M., Yelland, D.R., Brown, R.M. & Moore, D.F., 1997** - Aggregation of euphausiids and Pacific hake (*Merluccius productus*) along the outer continental shelf off Vancouver Island. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **54**: 2080-2096.
- Mahe, K., Amara, R., Bryckaert, T., Kacher, M. & Brylinski, J. M., 2007** - Ontogenetic and spatial variation in the diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the bay of Biscay and the Celtic Sea. *ICES J Mar. Sci.*, **64**: 1210-1219.

Référence bibliographique

- Mahe, K., Destombes, A., Coppin, F., Koubbi, P., Vaz, S., Le Roy, D., & Carpentier, A., 2005** Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. *Rapport de Contrat IFREMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais*, 187p.
- Martin, I., 1991** - A preliminary analysis of some biological aspects of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. C.M. 1991/G: 54: 14p
- Matallanas, J. & Oliver, P., 2003** - Merluzas Del Mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. *F.A.O.*
- Maurin, C., 1968** - Les merlus des côtes nord et nord-ouest d'Afrique (Atlantique et Méditerranée). *Ph.D. Thesis*, Université de Nancy, France. Meneses 99.
- Maynou, F., Leonart, J. & Cartes, J. E., 2003** - Seasonal and spatial variability of hake (*Merluccius merluccius*, L.) recruitment in the NW Mediterranean. *Fish. Res.*, **60**: 65-78.
- McPherson, C. A. & Chapman, P. M., 2000** - Copper effects on potential sediment test organisms: the importance of appropriate sensitivity. *Marine Pollution Bulletin*, **40**: 656-665.
- Mellon-Duval, C., De Pontual, H., Métral, L. & Quemener, L., 2010** - Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**: 62-70.
- Merbouh, N., 1998** - Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) d'un poisson pélagique, la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), pêché dans la baie d'Oran. *Thèse de Magister*. I.S.M.A.L. (Alger): 139p.
- Milla T., 1998**- Contribution à l'étude des peuplements macrobenthique de substrat meuble du port de Bejaia. Ing. Biolog. Aquacul. Benthos. U.S.T.H.B, Alger, 76p.
- Millot, C. & Taupier-Letage, I., 2005** - Circulation in the Mediterranean Sea. The Handbook of Environmental Chemistry, Voll (The Natural Environment and the Biological cycles), Springer-Verlag Editor.
- Millot, C., 1999** - La circulation générale en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances
- Miquel G., 2001**. Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Dir.). Rapport Sénat n°261: 360
- Morales-Nin, B. & Aldebert, Y., 1997** - Growth of juvenile *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on otolith microstructure and length-

Référence bibliographique

- frequency analysis. *Fisheries Research*, **30**: 77-85.
- Morales-Nin, B. & Moranta, J., 2004** - Recruitment and post-settlement growth of juvenile *Merluccius merluccius* on the western Mediterranean shelf. *Sei. Mar.*, **68**: 399-409
- Morales-Nin, B., 2000** - Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.*, **46**: 57-63.
- Morales-Nin, B., Tores, G. J., Lombarte, A. & Recasens, L., 1998** - Otolith growth and age estimation in the European hake. *J. of Fish Biol.*, **53**: 1155-1168.
- Murua, H. & L. Motos. 2006** — Reproductive strategy and spawning activity of the European hake, *Merluccius merluccius* (L.), in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, **69**: 1288-1303.
- Murua, H., Motos, L. & Lucio, P., 1998** - Reproductive modality and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius* L.) in the bay of Biscay. *CaICOFI Rep.*, **39**: 196-203. **Murua, H. & Saborido-Rey, F. 2003** - Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sa*, **33**: 23-31.
- Nait saidi N., Teghanemt A., 1991**- La pêche au chalut et à la senne au port de Bejaia. Etude statistique des mises à quai et estimation du niveau d'exploitation de quelques espèces ciblées. Ing. Scien. Mer, 83p.
- Nedelec C, Portier M. et Prado J., 1979**- Technique de la pêche. I.S.T.I.P.M/ F.A.G7 A.C.T.I.M. OFFICE de la recherche scientifique et technique outre-mer, 145p
- Nelson, J. S., 1994** - Fishes of the World. 3aed. Wiley. 600pp.
- O'Brien, B., 1986** - The distribution and community structure of larval and postlarval fish and chaetognaths off the West Coast of Ireland. *Thesis Doctoral*. University College Galway.
- Odzak, N., & Zvonaric, T., 1995** - Le cadmium et le plomb dans l'absorption des aliments par le loup *Dicentrarchus* poissons. *Sci. eau. Technol*, **32**: 49 -. 55.
- Olivar, M. P., Rubies, P. & Salat, J., 1992** - Horizontal and vertical patterns of ichthyoplankton under intense upwelling regimes off Namibia. South African. *Journal ofmarine Science*. **12**: 71-8.
- Olivar, M. P., Quílez, G. & Emelianov, M., 2003** - Spatial and temporal distribution and abundance of European hake, *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the Catalan coast (NW Mediterranean). *Fish. Res.*, **60**: 321-331.
- Oliver, P., 1991** - Dinámica de la población de merluza (*Merluccius merluccius* L.) de Mallorca (Reclutamiento, Crecimiento y Mortalidad). *Doctoral thesis*. University of Baleares. Palma de Mallorca. 392p.

Référence bibliographique

- Orsi Relini, L., Fiorentino, F. & Zamboni, A., 1989b** - Nurseries del nasello Mediterraneo: dove, quando, perchè. *Nova Thalassia* **10**(Suppl.1):407-416.
- Orsi-Relini, L., Papaconstantinou, C., Jukic-Peladic, S., Souplet, A., Gil de Sola, L., Perez, N. & Pereiro, F.J., 1985** - Aspecto de la reproduccion de la merluza (*Merluccius merluccius* L.) de la plataforma gallega y cantabrica. *Bol. Inst. Esp.Oceanogr.* **2**(3): 39-47.
- pilchardus*, Walbaum, 1792) pêché dans la baie d'Oran. *Mémoire de Magister, I.S.M.A.L. Alger*, 139p.
- Pileiro, C. & Hunt, J. J., 1989** - Comparative study on growth of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from southern stock using whole and sectioned otoliths, and length frequency distributions. *ICES C.M 1989/G: 37. 16p.*
- Pileiro, C. & Pereiro, J. A., 1993** - Study on juvenile growth pattern of European hake (*Merluccius merluccius* L.) using whole otoliths and length frequency distributions from commercial catches and groundfish surveys. *ICES, Demersal Fish Committee C.M 1993/G:*
- Pileiro, C. & Sainza M., 2003** - Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*, **60**: 1086-1102.
- Pineiro, C., Sainza, M., Morgado, C., de Pontual, H., Hoey, S., Beattie, S., Lucio, P., Alfonso, M.H., Marin, M., Labastie, J., Warnes, S., Easey, M., Dores, S., Maceira, A., Maertens, B., Hansen, F., Rey, J., Perez, J.L. & Latrouite, A., 2004** - *Report of the 3rd Workshop on European Hake Age Reading*. Instituto Espanol de Oceanografia, Vigo, 18-22 October 2004. 22p.
- Pla, C., Vila, A. & Garcia-Marin, J. L., 1991** - Differentiation de stocks du merlu (*Merluccius merluccius*) par l'analyse génétique : comparaison de plusieurs populations méditerranéennes et atlantiques du littoral espagnol. *FAO Rapport Pêches*. **447**: 87-93.
- Ramade, F., 1992** - Précis d'écotoxicologie. Paris. Masson. 224 pp.
- Recasens L., 1992** - Dinamica de poblaciones i pesqueria del lluc (*Merluccius merluccius*) al Golfo de Lleon i la mar Catalana. *Ph.D. Thesis*, Universitat de Barcelona : 398p
- Recasens, L., Lombarte, A., Morales-Nin, B. & Torres, G. J., 1998** - Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, **53**: 387-401.
- Reiss, C., Aclaren, I., Avendaño, P. & Taggart, C. 2004** - Feeding ecology of silver hake larvae on the Western Scotian Shelf, and comparison with Atlantic cod. *Journal of*

Référence bibliographique

Fish Biology, **66**: 703720.

- Robles, R., Periero, J.A., Fernandez, A. M. & Garcia, J. M., 1975** - Estudios de cartografía, selectividad y marcado de merluza europea, *Merluccius merluccius* L., fi ente al litoral Gallego. *Boletín del Institut^o Espanol de Oceanografía* **190**: 39p.
- Rodier, J., 1996** - L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, Sème Edition, Dénod, Paris, 1383p.
- Roldân, M. I., Garda-Marin, J. L., Utter, F. M. & Pla, C., 1998** - Population genetic structure of European hake, *Merluccius merluccius*. *Hereclity*, **81**: 327-334
- Sarano, 1986** — Cycle ovarien du merlu *M merluccius*, poisson a ponte fractionnée. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes* **48**: 65-76.
- Sarano, F., 1983** - La reproduction du merlu *Merluccius merluccius* (L), Cycle ovarien et fécondité. Cycle sexuel de la population du golfe de Gascogne. *Thèse de doctorat*, Université de Poitier : 305p
- Storelli, M., Storelli, A., Giacomini-Stuffler, R. & Marcotrigiano, G., 2005** - Mercury speciation in the muscle of two commercially important fish, hake (*Merluccius merluccius*) and striped mullet (*Mullus barbatus*) from the Mediterranean sea: Estimated weekly intake. *Food Chemistry*, **89(2)**, 295-300.
- Swan, S.C., Geffen, A.J., Morales-Nin, B., Gordon, J.D.M., Shimmield, T., Sawyer, T. & Massuti, E., 2006** - Otolith chemistry: an aid to stock separation of *Helicolenus dactylopterus* (bluemouth) and *Merluccius merluccius* (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *ICES J. Mar. Sci.* **63(3)**: 504-513.
- THALASSA et ICHTYS JOAMY., 1982**- compagne des chalutages des fonds marin Algérien effectue par le navire océanographique BIZ CONDE, EZA
- West, G., 1990** - Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of marine and Freshwater Research*, **41**: 199-222.

Résumé

Cette étude préliminaire a pour objectif fondamental l'évaluation du niveau de contamination du « golfe de Béjaïa » par trois éléments traces métalliques (ETM) à savoir le Zinc, le Nickel et le plomb. L'utilisation du merlu (*Merluccius merluccius* L, 1758) comme bio indicateur dans l'évaluation de la contamination par ces métaux lourds, a permis de mettre en évidence la présence de ces micropolluants au niveau de deux organes cibles : le foie, organe de détoxification et le muscle qui représente la partie la plus prisée par l'Homme. L'échantillonnage mensuel s'est étalé sur une période de cinq mois allant de janvier à mai 2015. Les dosages des ETM sont réalisés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme. Quant au niveau de contamination du poisson, il est fait référence aux valeurs guides de l'OMS et les recommandations algériennes.

Les valeurs enregistrées dans le cadre de cette étude démontrent que le merlu accumule les trois polluants métalliques analysés. Les teneurs les plus fortes sont celles relevées par le zinc ; le plomb a des concentrations plus au moins importantes. La présence des concentrations en nickel ont été signalés. Les résultats n'ont révélé aucune différence significative dans les deux sexes et au niveau des deux organes considérés. Cependant, L'étude dénote une contamination plus importante chez les jeunes poissons, il présente aussi des concentrations importants selon les normes établies. Les niveaux de concentrations des ETM montrent que *Merluccius merluccius* est un bon indicateur de pollution marine du golfe de Béjaïa.

Mots clés : Métaux lourds ; contamination ; *Merluccius merluccius* ; golfe de Béjaïa

Summary

This preliminary study fundamental objective assessment of the level of contamination of "golf of Bejaia" by three metallic trace elements (ETM) ie Zinc, Nickel and lead. The use of hake (*Merluccius merluccius* L, 1758) as a bio indicator in assessing the contamination by these heavy metals, allowed to highlight the presence of these micropollutants at two target organs: the liver, the organ of detoxification and muscle that is the most popular part by humans. Monthly sampling was spread over a period of five months from January to May 2015. ETM assays are made of flame atomic absorption using a spectrophotometer. As for the level of contamination of fish, reference is made to the WHO guideline values and the Algerian recommendations.

The values recorded in the context of this study demonstrate that the hake accumulate three analyzed metal pollutants. The highest levels are those identified by zinc; lead at concentrations more or less important. The presence of nickel concentrations was reported. The results showed no significant difference in both sexes and at the two bodies considered. However, the study indicates a greater contamination in young fish; it also has significant concentrations within established standards. The concentration levels of SEM show that *Merluccius merluccius* marine pollution is a good indicator of golf of Bejaia.

Keywords: Heavy metals; contamination; *Merluccius merluccius*; Golf of Bejaia