

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Grine Zahia et Aouad Hayat

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité : Ressources Halieutiques

THÈME

Extraction lipidique par méthodes chimiques et enzymatiques à partir des coproduits du thon rouge
Thunnus thynnus (Linné, 1758).

Soutenue publiquement le /09/2020

DEVANT LE JURY

Président	M. BOUZAZA. Z	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	M ^{me} SOUALILI. D.L	Professeur	U. Mostaganem
Co-encadreur	M ^{lle} OULHIZ. A	MCB	U. Mostaganem
Examineur	M ^{me} BENMESSAOUD. N	MAA	U. Mostaganem

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier tout d'abord le bon dieu, notre Créateur pour nous avoir donné la force à accomplir ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent en particulier à notre encadreur, Professeur SOUALILI Dina Lila pour nous avoir encadrées, nous la remercions pour son soutien, enseignement et sa confiance.

Un grand merci est également adressé à notre Co-encadreur mademoiselle OULHIZ Aicha, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

On tient, aussi, à remercier Mr BOUZAZA Zohir, maître de conférences enseignant chercheur (FSNV/UMAB), d'avoir accepté de présider le jury ; On remercie également Mme BENMASSAOUD Nadjat, enseignante-chercheur au département des sciences de la mer et de l'aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir aimablement accepté examiner et d'apporter ses remarques à ce modeste travail.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants du département des sciences de la mer et de l'aquaculture, qui ont fait de leur mieux pour nous guider au cours de ces dernières années.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé et aidés à notre formation dans cette filière.

Nos remerciements vont enfin droit à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire

Dédicace

Je dédié ce modeste travail :

À mes très chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consacré pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Ma chère grand-mère que Dieu lui donne une longue vie.

A mes chers frères

Toufik, Houssine Qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes chères sœurs Amina et Djamila

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

À tous mes cousins et toutes les personnes qui m'ont aidé moralement à terminer ce travail.

A mon binôme Hayat pour tous les souvenirs pendant les années d'études ensemble,

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé.

A tous ceux que j'aime.

A toute la promo de ressources halieutique un par un.

Merci !

GRINE ZAHIA

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

La lumière de mes yeux et le bonheur de ma vie ; ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'a donné l'amour, la confiance, le courage et la sécurité.

A mon cher père qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice et ses encouragements.

*Mes chers grands parents que **DIEU** leur donne une longue vie.*

A mes chers frères

Akhal, Mouloud, Khaled Qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mon binôme Zahia pour tous les souvenirs pendant les années d'études ensemble,

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé.

A tous ceux que j'aime.

A toute la promo de ressources halieutique un par un.

Merci !

AOUAD HAYAT

Résumé :

Les coproduits de la mer représentent des ressources biologiques valorisables pouvant générer différentes molécules d'intérêt nutritionnel et biologique. Les voies de valorisation des coproduits de poissons consistent principalement en les transformant en farine, en huile et en production d'ensilage.

Cette étude est portée sur l'extraction de lipide à partir des coproduits de thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758), pêché dans la région de Mostaganem, en utilisant deux différentes méthodes : chimique et enzymatique. A cet effet, on a étudié l'efficacité de deux à trois extractions différentes pour chaque méthode étudiée. D'après les résultats obtenus, on a remarqué que la meilleure méthode à extraire les lipides totaux à partir des coproduits marins est d'utiliser des mélanges de solvant (chloroforme/méthanol ; Isopropanol/Hexane), étant donné que ces méthodes fournissent une bonne estimation de la teneur en lipides. Aussi, on a remarqué que quel que soit la méthode utilisée se sont les coproduits qui présentent le taux le plus élevé en lipide et en cendre par rapport à la chair de poisson analysée.

Mot clés : Coproduits, thon rouge (*Thynnus thynnus*), lipides, extraction chimique et enzymatique, Mostaganem.

Abstract

The by-products of the sea represent valuable biological resources that can generate different molecules of nutritional and biological interest. The ways of recovering fish co-products mainly consist of transforming them into flour, oil and silage production.

This study is focused on the extraction of lipid from co-products of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), fished in the region of Mostaganem, by two different methods: chemical and enzymatic. To this end, we studied the efficiency of two to three different extractions for each method. From the results obtained, it was noticed which the best method to extract total lipids from marine co-products is to use solvent mixtures (chloroform / methanol; Isopropanol / Hexane), since these methods provide good estimation of lipid content. Also, it was noticed that whatever the method used, the co-products have the highest rate of lipid and ash compared to the fish flesh analyzed.

Keywords: By-products, bluefin tuna (*Thynnus thunnus*), lipids, chemical and enzymatic extraction, Mostaganem.

الملخص

تمثل المنتجات الثانوية للبحر موارد بيولوجية قيمة يمكن أن تولد جزيئات مختلفة ذات أهمية غذائية وبيولوجية. تتمثل طرق استرداد المنتجات السمكية المشتركة بشكل أساسي في تحويلها إلى دقيق وزيت وإنتاج علف.

تركز هذه الدراسة على استخلاص الدهون من المنتجات المشتركة لسماك التونة ذات الزعانف الزرقاء (*Thunnus thynnus*)، التي يتم صيدها في منطقة مستغانم ، بطريقتين مختلفتين: كيميائية وأنزيمية. تحقيقا لهذه الغاية ، درسنا كفاءة اثنين إلى ثلاث عمليات استخراج مختلفة لكل طريقة. من النتائج التي تم الحصول عليها ، لوحظ أن أفضل طريقة لاستخراج الدهون الكلية من المنتجات البحرية المشتركة هي استخدام مخاليط المذيبات (الكلوروفورم / الميثانول ، الأيزوبروبانول / الهكسان) ، لأن هذه الطرق توفر تقديرًا جيدًا لمحتوى الدهون. كما لوحظ أنه مهما كانت الطريقة المستخدمة ، فإن المنتجات المشتركة لديها أعلى معدل للدهون والرماد مقارنة بلحم السمك الذي تم تحليله.

الكلمات المفتاحية: التونة ذات الزعانف الزرقاء (*Thynnus thynnus*) ، الدهون ، الاستخلاص الكيميائي والإنزيمي ، مستغانم.

Table de matière

page

Liste des figures	a
Liste des tableaux	b
Liste des abréviations	c
Introduction.....	01

CHAPITRE I : PARTIE I : Etude Bibliographique

I. Production mondiale des pêches et de l'aquaculture	04
I.1. La production halieutique mondiale	04
I.1.2. La production halieutique en Algérie	04
I.1.3. Généralité sur l'espèce étudiée	05
I.1.3.1. Classification	06
I.1.3.1. Mode de vie	06
I.1.3.2. Répartition géographique	06
I.1.3.3. Régime alimentaire	07
I.1.3.4. Valeur nutritive	07
I.1.4. Valorisation des coproduits du thon	07
I.1.4.1. Définition des coproduits	07
I.1.4.2. Importance et valorisation des coproduits	08
I.1.4.2.1. Farine et huile de poisson	09
I.2. Généralités sur les lipides extraits des poissons	10
I.2.1. Méthodes d'extraction des lipides	10
I.2.1.1. Extraction chimique	11
I.2.1.2. Extraction enzymatique	11
I.2.2. Les intérêts des lipides	12

CHAPITRE II : PARTIE I : MATERIEL ET METHODES

II. Matériel et méthodes.....	14
II.1. Présentation de l'échantillon	14
II.2. Analyses biochimiques des coproduits de thon	14
II.2.1. La matière humide	14
II.2.2. Le cendre	14
II.2.3. La teneur en lipides	14
II.2.4. Teneur en protéines	15
II.2. Méthodes d'extraction des lipides	15
II.2.1 Extraction chimique	15
II.2.1.1 Extraction par la méthode de Soxhlet	15

I.2.1.2 Extraction par la méthode de Folch	17
II.2.1.3. Méthode de Wolff et Castera-Rossignol (1987)	17
II.2.2 Extraction enzymatique	17
II.2.2.1. Matériel enzymatique	17
II.4. Récupération des lipides à partir de la préparation de l'isolat protéique	18

CHAPITRE II: PARTIE II : RESULTAT ET DISCUSSION

III. Résultats et discussions	20
III.1. Composition biochimique des coproduits de thon rouge	20
III.2. Extraction des lipides à partir des coproduits de thon rouge	20
III.2.1. Extraction chimique	20
III.2.2. Extraction enzymatique	21
III.3. Récupération des lipides après extraction de l'isolat protéique	24
Conclusion	26
Références bibliographique.	

Liste des figures

	Page
Figure 1. Quota de thon rouge des côtes algériennes (MADRP, 2019).....	05
Figure 2. Thon rouge (<i>Thnnus thynnus</i>). (Idrissi, 2013).....	05
Figure 3. Zone d'habitat et de reproduction du thon rouge dans le monde et en méditerranée	07
Figure 4. Composition des coproduits du thon (CPS, 2014).....	08
Figure 5. Voies de valorisation des co-produits de la mer (Ifremer, 2012).....	09
Figure 6. La farine de poisson et sa liqueur d'huile (Mickaël, Pêcher Malin, 2016).....	09
Figure 7 : Schéma de Principe de fabrication des hydrolysats protéiques. (Ifremer, 2012)...	12
Figure 8: Extracteur Soxhlet. (El kalamouni, 2010).....	16
Figure 9: Diagramme de fabrication d'un isolat protéique et récupération des lipides d'après Sajot, (1979).....	18
Figure10. Les différentes fractions obtenues après hydrolyse enzymatique et centrifugation des coproduits marins. (Al-Sayed Mahmoud, 2007).....	21

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 01. Produits dérivés de co-produits de poisson Source:(Guerard et <i>al</i> , 2004).....	08
Tableau 02. Composition biochimiques exprimé en (%) des coproduits de thon rouge par rapport à la matière sèche.....	20
Tableau 03. Composition lipidique exprimé en (%) obtenues des différentes méthodes chimiques utilisées.....	21
Tableau 04. Rendement massique de la fraction lipidique exprimé en (%) obtenues des deux hydrolyses enzymatiques utilisées.....	22

Liste des abréviations :

FAO : Food and Agriculture Organisation (Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

Kg : kilogramme

% : pourcentage

ONS : office nationale des statistiques

CICTA : Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique

Cm: Centimètre.

C°:Degré(s) Celsius.

m : mètre

cal: calorie

g : gramme

CPS: Secrétariat général de la Communauté du Pacifique

EPA : acide eicosapentaénoïque

DHA: acide docosahexaénoïque

AGPI: acide gras polyinsaturé

AOAC: the association of official analytical chemists

h: heure

mn : minute

NaCl : chlorure de sodium

K₂SO₄: Sulfate de potassium.

CuSO₄:Sulfate de cuivre.

(NH₄)₂SO₄: Sulfate d'ammonium.

NH₃ : Ammoniac.

NaOH: Hydroxyde de sodium.

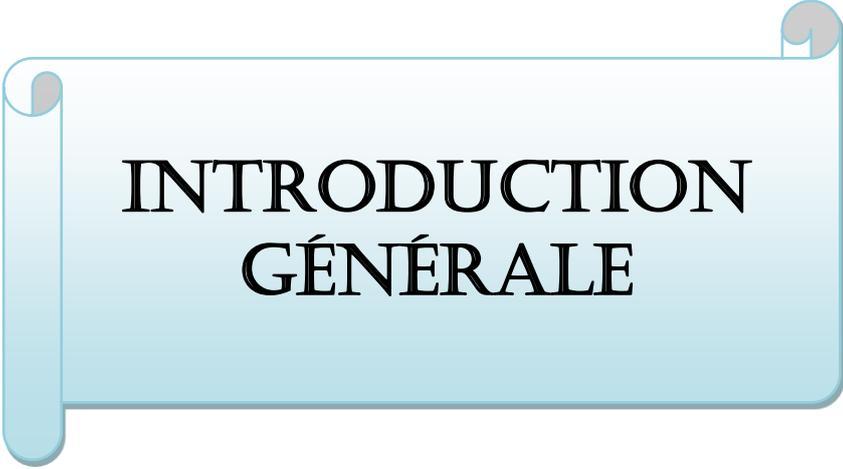
ml : Millilitres.

HCL : Chlorure d'hydrogène.

pH : Potentiel hydrogène

rmp : tours par minute

H₂O₂ : Le peroxyde d'hydrogène



**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

Introduction

Le thon est l'une des espèces marines les plus importantes économiquement. En Méditerranée, la pêche au thon rouge est sous haute surveillance et dont les quotas autorisés dans la pêche au thon ont été augmentés à 2000 t pour la Méditerranéen 2017. (FAO, 2018). Ce qui génère une quantité importante de déchets estimée à 50% du volume total du poisson, ces derniers sont directement rejetés dans l'environnement, entraînant des problèmes de contaminations. (Nguyen, 2009).

Les coproduits désignent les sous-produits, représentés généralement par des parties de poissons comme : peau, arrête, tête, viscères...etc. dont ils représentent de 30 à 60% de l'animal (Je *et al*, 2007 ; Ifremer, 2010). Les voies de valorisation des coproduits de poissons consistent principalement en les transformant en farine, en huile et en production d'ensilage.

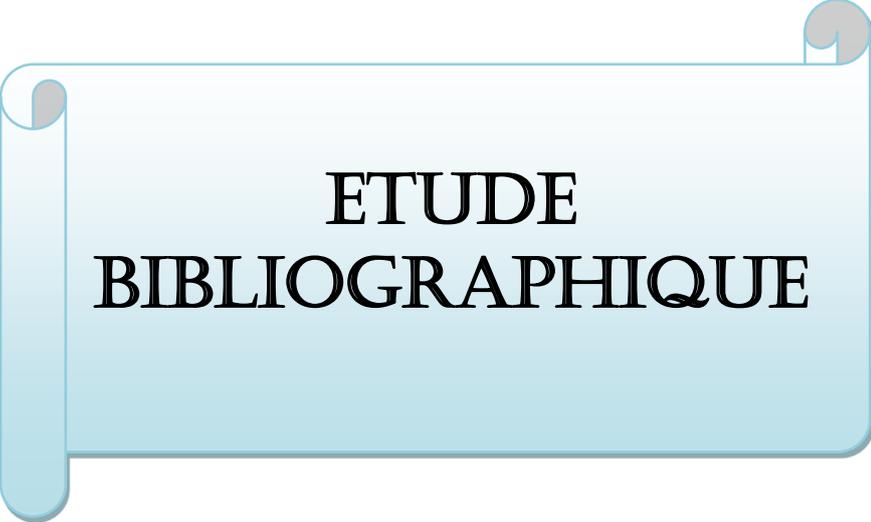
La caractérisation des lipides d'un aliment impose leur extraction. De cette étape initiale dépend la qualité des résultats de toutes les analyses pratiquées ultérieurement pour caractériser et quantifier les lipides (Zhukov et Vereshchagin, 1981). C'est pourquoi il faut disposer d'une méthode qui permette leur extraction totale sans les altérer. Le problème est rendu délicat par la faible teneur en lipides du thon rouge. Les méthodes les plus largement utilisées pour l'extraction des lipides des produits halieutiques sont basées sur les méthodes qui reposent sur l'utilisation d'un mélange binaire de solvants comme le chloroforme-méthanol, le dichlorométhane-méthanol ou l'hexane-isopropanol (Folch et al, 1957; Hara et Radin, 1978; Marmer et Maxwell, 1981).

Cependant, au cours de ces dernières années, le développement de nouvelles applications a accru la demande pour ces enzymes. La plus grande partie du marché des enzymes est liée aux enzymes de type hydrolytique comme les protéases, les lipases et les cellulases.

Ce travail a pour objet d'évaluer les performances de quelques méthodes pour extraire quantitativement les lipides à partir des coproduits du thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758).

Ce travail est réparti en deux grands chapitres : le premier concerne la partie traitant de la recherche bibliographique sur l'espèce étudiée et la valorisation de la composition biochimique des coproduits du thon, principalement les lipides.

Le deuxième chapitre est représenté par deux parties dont le premier est intitulé matériels et méthodes où les étapes de l'obtention des lipides ont été détaillées et le second est consacré aux résultats et discussion. Et à la fin de ce document une conclusion générale.



**ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**



**CHAPITRE I : PARTIE I
GÉNÉRALITÉ SUR LE
THON ROUGE**

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

I. Production mondiale des pêches et de l'aquaculture :

Depuis longtemps, l'exploitation des ressources marines permet de répondre à un besoin croissant d'alimentation pour l'homme, dans son rapport de 2016, l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture considère que les ressources marines constituent une source importante d'aliments nutritifs et de protéines animales pour une grande part de la population mondiale (FAO,2016), Elles procurent 20% des apports en protéines animales de la population mondiale.

La production mondiale de poissons provenant des pêches et de l'aquaculture a été estimée à 171 millions de tonnes en 2016. Le thon est un des principaux produits de la mer faisant l'objet d'échanges internationaux. (FAO, 2018)

I.1. La production halieutique mondiale :

En 2016, selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production halieutique mondiale a atteint 171 millions de tonnes de poisson, dont 88 % étaient destinées à la consommation humaine, soit une offre apparente par habitant record (20,3 kg en 2016) (FAO, 2018)

D'après la base de données de la FAO, la production mondiale de la pêche de capture s'élevait à 90,9 millions de tonnes en 2016. Elle était en baisse par rapport aux deux années précédentes. Le total mondial des prises en mer s'élevait à 81,2 millions de tonnes en 2015 et 79,3 millions de tonnes en 2016. En 2016, la production mondiale de pêche de capture en eaux continentales s'est élevée à 11,6 millions de tonnes, soit une augmentation de 2,0 % par rapport à l'année précédente et de 10,5 % par rapport à la moyenne de 2005-2014. Près de 80 % des prises étaient le fait de 16 pays, situés majoritairement en Asie. (FAO, 2018)

I.1.2. La production halieutique en Algérie :

D'après l'office national des statistiques, la production halieutique nationale a atteint 120 354 tonnes en 2018 contre 108 300 tonnes en 2017, enregistrant une croissance annuelle de 11%. Cette amélioration de la production globale s'explique principalement par une hausse de la pêche des poissons pélagiques qui a atteint 92,392 tonnes contre 77 776 tonnes en 2017, en hausse de 18,8%, suivie des poissons mollusques avec une production de 1,593 tonnes contre 1,267 tonnes (+25,7%). La production des poissons pélagiques a représenté près de 77% de la production globale nationale revanche, d'autres espèces ont connu des baisses de la production, durant la même période de comparaison. Il s'agit des poissons démersaux avec

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

6177 tonnes contre 6792 tonnes (-9,1%), les crustacés avec 2192 tonnes contre 2326 tonnes (-5,8%) et la production plaisancière et autres avec 18 000 tonnes contre 20 139 tonnes (-10,6%). (ONS, 2020).

La part de l'Algérie pour la pêche du thon rouge pour l'année 2020 passe à 1650 tonnes par la commission internationale pour la conservation du thon de l'atlantique et l'aquaculture (CICTA, 2020) (Fig.1). L'opération a été menée avec la participation de 23 navires de pêche au thon rouge.



Figure 1 : Quota de thon rouge des côtes algériennes (MADRP, 2019)

I.1.3. Généralité sur l'espèce étudiée :

Le thon rouge de l'Atlantique *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) est un poisson téléostéen actinoptérygien de l'ordre des Perciformes et de la famille des Scombridés (dont le type est le maquereau). Cette famille relativement abondante de poissons marins pélagiques qui fréquentent les eaux tropicales, subtropicales et tempérées des océans de la planète (Scott et Scott, 1988).

Le thon rouge de l'Atlantique (Fig.2) est le plus gros des membres de la famille des Scombridés (le plus gros spécimen connu pesait 679 kg et sa longueur à la fourche était de 304 cm) (Scott et Scott, 1988), mais plusieurs pêcheries opérant dans l'Atlantique Ouest et en Méditerranée ont signalé des poids allant jusqu'à 900 kg (Mather *et al.* 1995) et le thon blanc ou thon "germon" est le plus petit (4 à 10 kg).

Le thon est une espèce pélagique qui nage constamment pour ventiler ses branchies (Fromentin et Powers, 2005). Le thon rouge de l'Atlantique est une espèce au corps fusiforme massif mais éminemment hydrodynamique, qui est un peu comprimé (Scott et Scott, 1988).



Figure 02 : Thon rouge (*Thunnus thynnus*). (Idrissi, 2013)

I.1.3.1. Classification :

Selon Collette *et al.* (2001), le thon rouge est classé comme suit :

Règne : Animalia (Linnaeus, 1758)

Embranchement : Chordata

Infra-embranchement : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostomata

Classe : Actinoptérygien

Infra-classe : Teleostei

Ordre : Perciformes

Famille : Scombridae

Genre : Thunnus

Espèce : *Thunnus thynnus* (Linné, 1758)

I.1.3.1. Mode de vie :

Comme tous les thons, le thon rouge est un grand migrateur qu'il effectue d'importantes migrations, suivant des voies qui relient les régions froides où il se nourrit, aux régions plus chaudes dans lesquelles il se reproduit. Les juvéniles se déplacent en bancs tandis que les adultes se concentrent pour la reproduction. Le thon rouge peut supporter des températures froides (jusqu'à 3 °C) et chaudes (jusqu'à 30 °C), tout en maintenant stable la température interne du corps (Block *et al.* 2001).

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

Les thons rouges juvéniles et adultes plongent souvent à des profondeurs de 500 à 1 000 m (Lutcavage *et al.* 2000), et se regroupent le long des fronts océaniques (Royer *et al.* 2004). Il est probable que cette association est également liée à la recherche de nourriture.

I.1.3.2. Répartition géographique :

Le Thon rouge est essentiellement en Atlantique Nord et en Méditerranée : depuis l'équateur au Sud, jusqu'au nord de la Norvège, et du golfe du Mexique à l'Ouest jusqu'à la mer noire à l'Est.(Ifremer, 2008).

Il existe deux stocks bien distincts de thons rouges qui se différencient par leur maturité sexuelle propre et par leur zone de reproduction (Fig.3) :

- le stock Est, à maturité précoce, se reproduit en Méditerranée orientale,
- le stock Ouest, à maturité plus tardive, se reproduit dans le golfe du Mexique.

Le thon rouge de l'Atlantique est présent de part et d'autre de l'océan Atlantique, depuis les îles Lofoten, au large de la Norvège septentrionale, jusqu'aux îles Canaries et dans les mers Méditerranée et Noire dans l'Est, et depuis Terre-Neuve jusqu'à la mer des Antilles et aux eaux côtières du Venezuela et du Brésil dans l'ouest de l'Atlantique. (Maguire *et al.*, 2006).

C'est une espèce surtout pélagique ayant une large répartition géographique et l'un des seuls gros poissons pélagiques qui vit en permanence dans les eaux subtropicales et tempérées de l'océan Atlantique. Les résultats du marquage électronique montrent que le thon rouge de l'Atlantique peut nager dans des eaux à la température très variable tout en maintenant une température corporelle interne stable. (Block *et al.*, 2001).



Figure 03 : Zone d'habitat et de reproduction du thon rouge dans le monde et en Méditerranée (Magnard, 2007)

I.1.3.3. Régime alimentaire :

Comme le font un grand nombre de poissons marins, les larves de thon rouge se nourrissent principalement de petit zooplancton, surtout des copépodes et des nauplii de copépodes (Block *et al*, 2001).

Ce poisson est un prédateur par excellence, les juvéniles s'alimentent surtout de crustacés, de poissons et de céphalopodes, tandis que les adultes se nourrissent principalement de poisson (maquereaux, sardines, chinchards, ...) (Eggleston et Bochenek 1990).

I.1.3.4. Valeur nutritive :

Le thon rouge est un poisson maigre et l'un des poissons les plus énergétiques (225 cal/100g), qui ne contient en fait que 5 % en moyenne de lipides composés d'une grande majorité d'acides gras insaturés et d'Omega 3 bénéfiques pour la santé. Il est très riche en protéines, vitamine A, il apporte du fer en bonne quantité, du magnésium et du calcium.

I.1.4. Valorisation des coproduits du thon :

I.1.4.1. Définition des coproduits :

Les coproduits sont définis comme les parties non utilisées et récupérables lors des opérations traditionnelles de production ils sont alors considérés comme des « déchets » (OFIMER, 2003). En général, les coproduits constituent 30 à 60% des produits entiers. Ils proviennent des procédés traditionnels de transformation des produits de la mer comme le filetage, l'éviscération, l'étêtage, le pelage, le lavage, la décongélation ou la cuisson de produits bruts. Ce sont, par exemple, les viscères, branchies, squelettes internes, carapaces ou coquilles...etc. (Fig.4). (Ifremer, 2010)

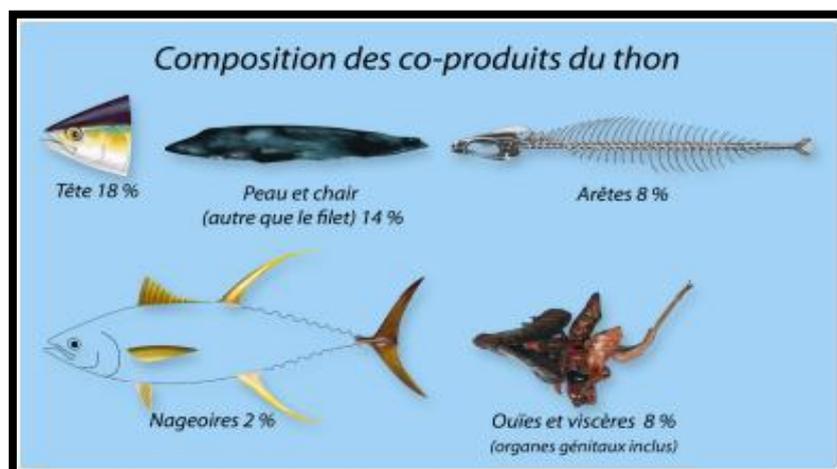


Figure 04 : Composition des coproduits du thon (CPS, 2014).

I.1.4.2. Importance et valorisation des coproduits

Les coproduit marins sont obtenus à partir de la transformation des captures ou des animaux d'élevages destinés à la consommation humaine, la quantité de coproduits générés chaque année est très importante, elle est estimée 63 millions de tonnes (Rai *et al.*, 2012).

La production annuelle de coproduits représente environ 50% des captures, riches en plusieurs éléments importants : les vitamines, protéines, gélatine, de lécithine marines, chondroïtinesulfate, compléments minéraux mais surtout des lipides et des acides gras essentiels qui sont les omégas 3 (Médale *et al.*, 2003). Le tableau1,représente différents produits dérivés qu'on peut récupérer des coproduits de poisson.

Tableau 01: Produits dérivés de co-produits de poisson. (Guerard *et al.*, 2004)

Coproduit	Produits dérivés
Tête	Farine, huile, aliment
Chair sur les arêtes	Farine, chairhachée, huile
Peau	Farine, collagène, gélatine, cuir
Viscères	Farine, huile, vitamines
Carcasse	Farine, collagène, gélatine, minéraux

Les coproduits peuvent être utilisés sous différentes formes : engrais, produits pharmaceutique et autres produits commercialisables (CPS, 2008), farine et huile de poisson, hydrolysats protéiques ou même isolats protéiques, etc.... (Nguyen, 2009).

Ces produits sont qualifiés de produits dérivés et non de produits finis car ils sont généralement commercialisés sous forme d'ingrédients, c'est à- dire sous forme de produits intermédiaires pour la nutrition humaine, l'alimentation animale, la diététique, la cosmétique. Néanmoins, certains co-produits (foies, œufs) peuvent être vendus à l'état brut aux consommateurs, mais cette tendance est faible (Fig.5). Leur utilisation par les industries de conserverie et de saurisserie est plus commune (Andrieux, 2004).

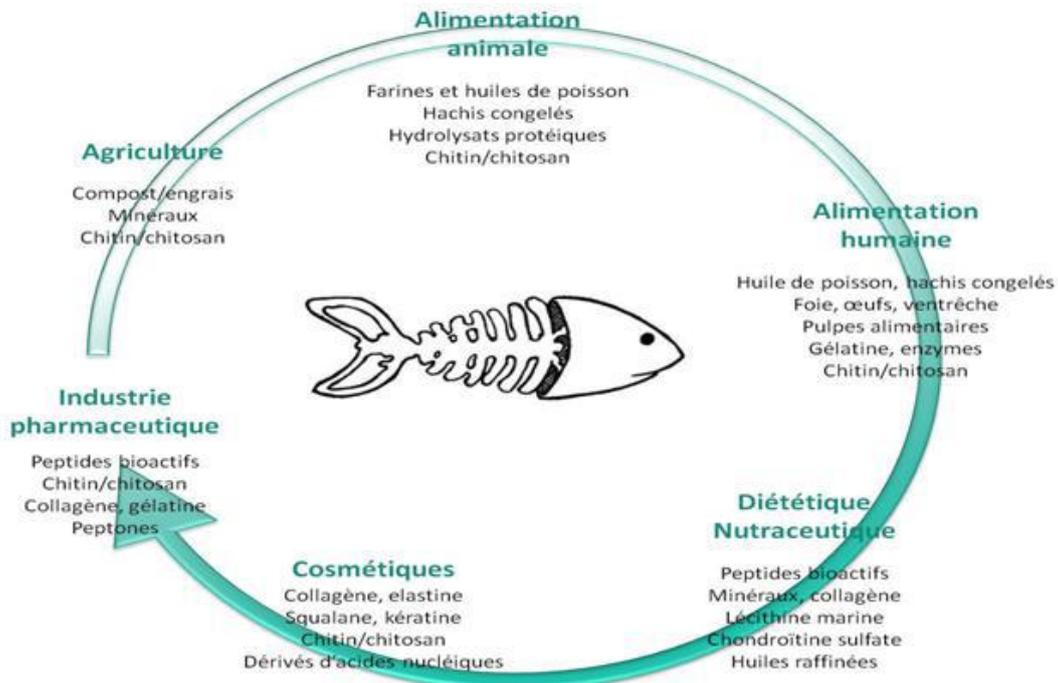


Figure 05 : Voies de valorisation des co-produits de la mer (Ifremer, 2012).

I.1.4.2.1. Farine et huile de poisson

En général, la production de farine et d'huile de poisson pour la nutrition animale est actuellement la valorisation de masse des coproduits la plus importante car tous peuvent être utilisés sans distinction. En 2008, 2,6 millions de tonnes de farine ont ainsi été commercialisés avec près de 25% des matières utilisées qui étaient des coproduits issus de l'industrie de transformation du poisson. Les principaux pays producteurs de farine et d'huile de poisson (Fig.6) sont le Pérou, le Chili, le Danemark et la Norvège (FAO, 2018).



Figure 06 : La farine de poisson et sa liqueur d'huile (Mickaël, Pêcher Malin, 2016).

<https://pecher-malin.com/fabrication-farine-poisson/>.

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

Les huiles de poisson sont obtenues après cuisson, pressage et centrifugation des coproduits, dont les farines correspondent au résidu séché et broyé. Les huiles de poisson prennent en technologie et dans le commerce une place de plus en plus grande. On peut bien dire que certaines d'entre elles sont connues et utilisées de tout temps. Mais de nos jours leur importance s'est grandement accrue, grâce à l'intensification de la pêche maritime mondiale, au perfectionnement de la technique en vue du rendement maximum dans la production et de l'amélioration en qualité. En outre le marché des corps gras est devenu de plus en plus exigeant, il en réclame et absorbe des quantités toujours croissantes. (Ofimer, 2003)

Les huiles de poisson présentent la particularité d'être riches en acides gras oméga 3, leurs teneurs naturelles des huiles de poisson sont de l'ordre de 5 % d'acide éicosapentaénoïque (EPA : DocosaHexaenoic Acid) et 25 % d'acide docosahexaénoïque (DHA : EicosaPentaenoic Acid) pour les huiles de thon. Ainsi, L'huile de thon, qui est particulièrement riche en oméga-3 DHA, est très utilisée dans les compléments alimentaires visant à améliorer la santé mentale ou la vision (Lozachmeuret, 2008).

I.2. Généralités sur les lipides extraites des poissons :

Le terme "lipides" n'a pas, à ce jour, une définition fixe et précise. Christie (1982) les définit comme une large variété de produits naturels incluant les acides gras et leurs dérivés, les stéroïdes, les terpènes, les caroténoïdes et les acides biliaires présentant une solubilité dans les solvants organiques, comme l'hexane, le benzène, l'éther diéthylique, le chloroforme ou le méthanol.

Honda (2011) définit les lipides comme étant des composés insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques. Les lipides sont les constituants biochimiques les plus étudiés chez les poissons et d'autres organismes aquatiques. On remarque que toutes les classes lipidiques connues chez les vertébrés sont présentes chez les poissons. Les lipides sont stockés chez les poissons dans les différents tissus, principalement le foie, le muscle et le tissu adipeux périviscéral (Sheridan, 1994).

L'importance du poisson dans la nutrition humaine est principalement due à sa haute teneur en acides gras poly-insaturés oméga 3 (AGPI). En général, les poissons possèdent entre 25 à 40% d'acides gras poly-insaturés dont l'EPA (14 à 19% des acides gras totaux) et le DHA (5 à 8%) (Bergé et Barnathan, 2005). Parmi les éléments les plus importants qu'on peut extraire à partir du mélange de différents coproduits, riches en lipides, on trouve les huiles qui constituent une

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

source principale d'acides gras : oméga 3 et oméga 6. Chez les poissons gras ou semi-gras (cas de thon rouge), les lipides sont présents dans toutes les fractions avec une concentration plus importante dans les tissus péri-viscéraux ou dans la tête. (Eymard, 2003).

Il y a une demande croissante d'huiles de poissons marins, principale source d'oméga 3, en alimentation humaine, et pour la préparation de produits nutraceutiques et pharmaceutiques, cosmétique, alimentaire... (Barnathan, 2010).

I.2.1. Méthodes d'extraction des lipides

L'extraction de la matière grasse est l'étape préliminaire obligatoire pour analyser les lipides à partir d'une matrice alimentaire complexe. Le choix des conditions opératoires de la méthode d'extraction est essentiel pour garantir la fiabilité des résultats en fonction de l'objectif recherché et des produits concernés. (Clément, 1956 ; Gbogouri, 2005).

I.2.1.1. Extraction chimique :

L'extraction chimique est une technique de séparation, elle utilise un moyen d'extraction pour séparer sélectivement un ou plusieurs composés d'un mélange sur la base de ces propriétés chimiques et/ou physiques. Le moyen d'extraction doit être non ou peu miscible avec les composants principaux du mélange alors que le composé à extraire doit posséder plus d'affinité avec le moyen d'extraction qu'avec les composants principaux du mélange. Suivant la manière et le moyen utilisé, on a plusieurs techniques ; et les produits utilisés : le tétrachlorure de carbone, le benzène, le cyclohexane ou le chloroforme les éthers, les cétones, les alcools, méthanol.

Les méthodes de référence telles que la méthode de Folch et *al.* (1957) modifiée par Bligh et Dyer (1959) sont couramment et largement utilisées. Les deux techniques se reposent sur le principe d'extraction à froid des lipides par un mélange de solvants méthanol / chloroforme (1/2, v/v).

La méthode normalisée de Soxhlet (AOAC, 1990) est une méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse qui utilise une extraction à reflux dans un montage généralement en verre, où l'échantillon préalablement broyé est placé dans une cartouche de cellulose, elle-même placée dans un tube rempli de solvant.

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

I.2.1.2. Extraction enzymatique :

L'hydrolyse enzymatique (Fig.7) présente l'avantage d'être plus facilement contrôlable que la hydrolyse chimique. Elle permet également de préserver la valeur nutritionnelle de la matière première. Il s'agit d'autolysat lorsque l'enzyme utilisée est initialement présente dans les produits (enzyme endogène) comme pour la production de sauces de poissons ; et d'hétérolysats lorsqu'elle n'est pas présente dans les produits (enzyme exogène). (Ifremer,2012)

Les qualités initialement présentes dans les huiles de poisson, il est désormais possible d'enrichir ces huiles en $\omega 3$ (Linder *et al.*2002) en utilisant notamment des enzymes spécifiques (lipases, ligases) permettant de greffer des acides gras sur la partie glycérol des lipides. (Dumay, 2006).

Les lipases, enzymes hydrolysant les lipides, les applications sont diverses : **agro-alimentaire** (produits laitiers, traitement des huiles végétales et animales, ovo produits, boulangerie...), **biodiesel** (réactions de transestérification), **cosmétiques** (biocatalyse, arômes), **déchets** (dépollution en synergie avec d'autres enzymes), **détergents** (lipases alcalines, élimination de résidus gras), **oléo-chimie** (lipases immobilisées), **papier** (amélioration du rendement entraînant une meilleure qualité dans la production de pâte à papier), **polymères** (biocatalyse de réactions de polymérisation), **santé et pharmacie** (médicaments, biocatalyse, sélection chirale). (Lethuillier, 2015).

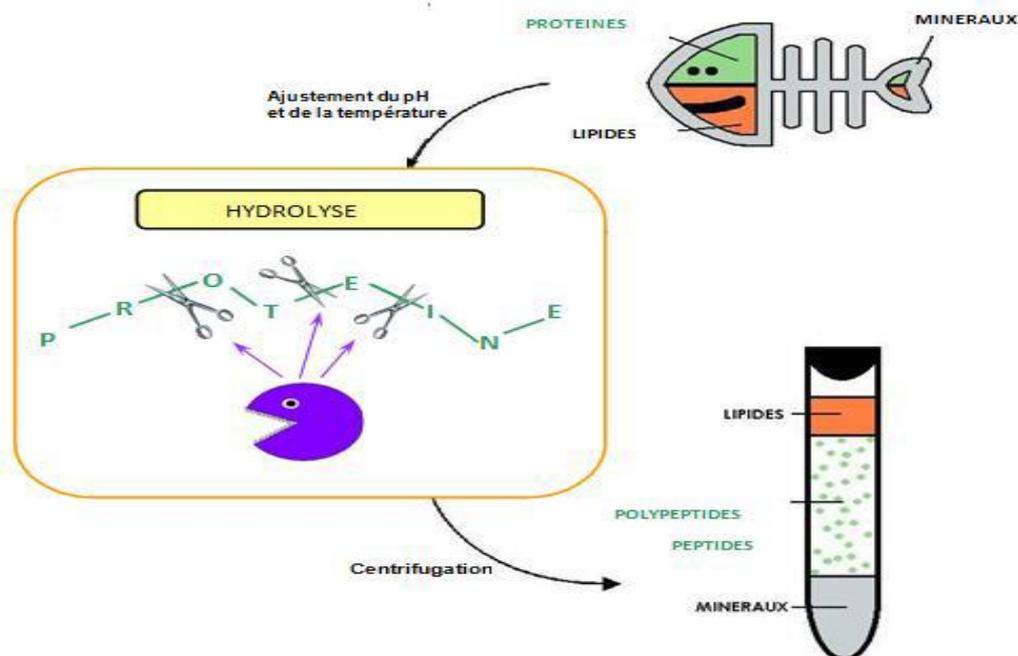


Figure 07 : Schéma de Principe de fabrication des hydrolysats protéiques. (Ifremer, 2012)

Chapitre I : Généralités sur le Thon Rouge

Des études ont permis l'extraction de lipides sans solvants via l'utilisation d'enzymes (ex : protéases, hémicellulases) autres que des lipases afin d'éviter la dégradation des lipides (L. MUNIGLIA – Biolie). L'utilisation d'enzymes permet la destruction de la paroi des végétaux, autre source de lipides. Il est donc important d'adapter les mélanges enzymatiques de manière bien spécifique en fonction de la matière végétale à déstructurer. (Lethuillier, 2015).

I.2.2. Les intérêts des lipides :

Parmi les acides gras bénéfiques pour la santé, les triglycérides sont retrouvés sous différentes formes comme les Oméga 3 (DHA /EPA etc.) et sont utiles pour le bon fonctionnement du cerveau et du système nerveux mais également de la rétine (B. LENNON – Polaris, 2007). Ils sont en partie retrouvés dans les poissons dits « gras » tels que les petits pélagiques : anchois, sardines, maquereaux ou bien le thon. Leur raffinage s'effectue en plusieurs étapes et permet d'obtenir une huile de qualité conforme aux exigences des différents secteurs utilisateurs. Différentes lipases comme la phospholipase A2 par exemple, agissent tout au long de ce processus de raffinage.



*CHAPITRE II : PARTIE 1
MATÉRIEL ET
MÉTHODES*

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation de l'échantillon :

Dans la présente étude, nous avons utilisé comme échantillon les coproduits du thon rouge *Thunnus thynnus* qui appartient à la famille des Scombridae.

Des échantillons ont été pêchés dans la côte de Mostaganem et les coproduits analysés proviennent des marchés. Au niveau du marché, les thons ont été filetés manuellement et les têtes, arrêtes, peau et nageoires ont été récupérées et transportées vers le laboratoire.

Une fois au laboratoire, les coproduits ont été divisés en plusieurs échantillons, dont chacun a été destiné pour une méthode.

II.2. Analyses biochimiques des coproduits de thon :

II.2.1. La matière humide

Pour estimer la part d'eau dans un produit, 1 à 2 g d'échantillon sont prélevés et pesés dans une coupelle de poids connu. La coupelle est placée 24 h dans une étuve à 105 °C, puis pesée après 30 min de refroidissement. L'expérience est réalisée en triplicatas (AOAC, 1980).

$$H\% = 100 \times (M1 - M2 / M1 - M0)$$

M0 : la masse en g de la capsule vide. *M1* : la masse en g de la capsule et les échantillons avant étuvage.

M2 : la masse en g de la capsule et les échantillons après étuvage.

II.2.2. La cendre :

La teneur en cendres correspond conventionnellement à la masse du résidu d'incinération de la substance dans les conditions déterminées ci-après. Les capsules contenant la prise d'essai ayant servi à la détermination de la matière sèche sont portées au four à moufle électrique (Heraeus) et chauffées très progressivement jusqu'à 600°C. Les échantillons sont maintenus à cette température pendant 5 h. Chaque mesure est répétée trois fois (AOAC, 1980).

$$C\% = 100 \times (M1 - M2) / (M1 - M0)$$

Cendres % est la teneur en cendres, *M0* le poids du récipient, *M1* et *M2* sont les poids avant et après incinération respectivement

II.2.3. La teneur en lipides

Les lipides sont extraits selon la méthode de Folch *et al.* (1957). Cette technique repose sur le principe d'extraction à froid des lipides par un mélange de solvants méthanol/chloroforme (1/2, v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,9% (p/v) favorise l'obtention d'un système biphasique. L'ampoule est dégazée plusieurs fois, puis la partie huileuse, située dans la phase inférieure, est versée dans un ballon préalablement pesé. Le contenu du ballon est distillé sous rotavapor, le poids du ballon est pesé, la teneur en lipides est calculée par la différence de poids.

$$\text{Lipides \%} = 100 \times (M2 - M1) / M0$$

Lipides % est la teneur en lipides, M0 le poids du ballon, M1 est la prise d'essai, M2 est le poids du ballon contenant les lipides séchés après l'extraction.

II.2.4. Teneur en protéines :

La méthode de Kjeldahl (Crooke et Simpson, 1971) a été développée par Johan Kjeldahl, chimiste danois, en 1883. Son principe consiste à doser la teneur en azote et d'utiliser un coefficient de conversion pour estimer la teneur en protéines. La méthode Kjeldahl est la méthode de référence pour la détermination des protéines dans les aliments.

La détermination des protéines par la méthode Kjeldahl se divise en trois étapes :

Minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur de cuivre ($K_2SO_4 + CuSO_4 + Se$) pour convertir l'azote total en $(NH_4)_2SO_4$, suivie par une libération du NH_3 de l'échantillon minéralisé en ajoutant du NaOH en excès et distillation à vapeur de cette ammoniaque à l'acide borique, et enfin une détermination du NH_3 libéré par titrage avec l'acide sulfurique 0.1 N. La teneur en azote est exprimée en masse du produit :

$$N(\%) = V \times 7 \times 10^{-2} \times (V/V0) \times 100/p$$

$$P(\%) = 6,25 * N(\%)$$

V : solution d'acide sulfurique pour la détermination, V0 : volume de prise d'essai, V : Volume de burette, p : poids des échantillons.

II.2. Méthodes d'extraction des lipides

Les lipides ont été extraits selon deux méthodes d'extractions : chimiques et enzymatique. Les méthodes chimiques font appel à un mélange binaire composé d'un bon solvant des lipides

(chloroforme, hexane, etc.) et d'un solvant plus polaire qui permet de rompre les liaisons lipides-protéines (méthanol, isopropanol, etc). L'extraction est réalisée à froid. L'extrait lipidique est toujours purifié.

II.2.1 Extraction chimique :

II.2.1.1 Extraction par la méthode de Soxhlet :

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique reconnue. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée, les seuls réactifs utilisés sont l'oxyde di-éthylique, et le sulfate de sodium anhydre.

La méthode normalisée de Soxhlet (AOAC, 1990) est une méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse qui utilise une extraction à reflux dans un montage généralement en verre, où l'échantillon préalablement broyé est placé dans une cartouche de cellulose, elle-même placée dans un tube rempli de solvant. L'appareil utilisé est l'extraction de type Soxhlet avec la cartouche d'extraction. (Figure 8).

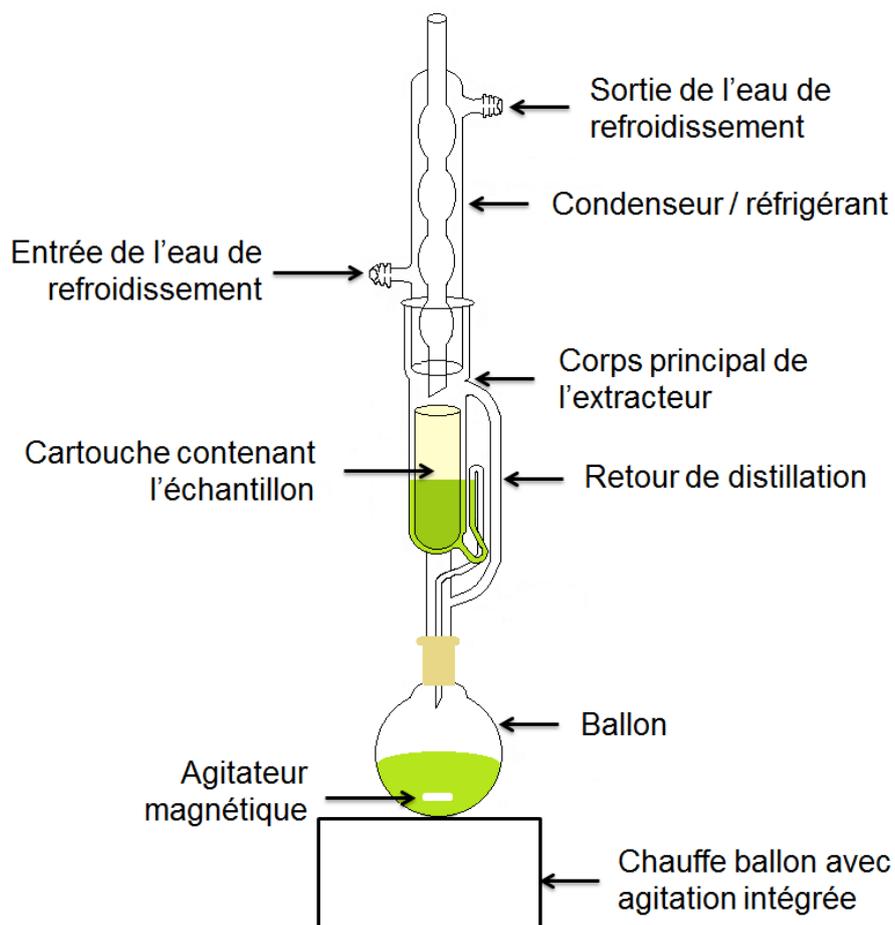


Figure 8: Extracteur Soxhlet. (El kalamouni, 2010).

Mode opératoire :

- ✓ Ouverture des robinets est nécessaire afin d'éliminer la pression d'eau. Montage des accessoires indispensables pour l'extraction, à savoir les siphons, les cartouches et les ballons;
- ✓ Une fois fait, on verse dans chaque siphon 200 ml du solvant d'extraction : l'hexane ;
- ✓ On met en marche l'appareil et on ajuste la température à 100°C, et une fois que l'hexane, qui se trouve à l'intérieur des ballons est atteint son point d'ébullition, on baisse la température à 60°C ;
- ✓ Laissés refroidir les ballons à température ambiante ;
- ✓ Passés à l'évaporateur rotatif pendant 20min à une température entre 40 et 60°C, afin d'évaporer l'hexane et récupérer uniquement la matière grasse ;
- ✓ Une fois refroidi à température ambiante, les ballons sont pesés à l'aide d'une balance analytique, et l'extrait final est mis dans des flacons en obscurité.

La teneur en matière grasse totale de l'échantillon est calculée ainsi :

$$\text{Matière grasse \%} = 100 \times (M2 - M0) / M1$$

M0 : Masse en gramme du ballon vide, M1 : Masse en gramme de la prise d'essai, M2 : Masse en gramme de ballon après extraction et séchage.

II.2.1.2 Extraction par la méthode de Folch :

Cette méthode est citée et détaillée précédemment voir partie (II.2.) Analyses biochimiques des coproduits de thon).

II.2.1.3. Méthode de Wolff et Castera-Rossignol (1987) :

Dans la méthode de Wolff et Castera-Rossignol (1987), les lipides sont extraits avec le mélange solvant hexane/isopropanol.

Mode opératoire :

- ✓ Un échantillon de 100g est mélangé avec (200 ml d'Isopropanol + 200 ml d'Hexane) ;
- ✓ Une macération à froid pendant 24h à une température ambiante (25°) ;
- ✓ Filtration sous vide d mélangé ;
- ✓ Une évaporation de la solution afin de récupérer les lipides du solvant par un rot à vapeur

La teneur en matière grasse totale de l'échantillon est calculée ainsi :

$$\text{Matière grasse \%} = 100 \times (M2 - M0) / M1$$

M0 : Masse en gramme du ballon vide, *M1* : Masse en gramme de la prise d'essai, *M2* : Masse en gramme de ballon après extraction et séchage.

II.2.2 Extraction enzymatique :

II.2.2.1. Matériel enzymatique :

Deux enzymes utilisées : la Pepsine et la Savinase fournies par Sigma Aldrich (Steinheim, Allemagne). La Pepsine est une endopeptidase extraite de la muqueuse gastrique porcine, elle porte le numéro enzymatique (EC. 3.4.23.1). Elle fonctionne en milieu acide, le pH exigé est de 2 (HCl 2N) et la température optimale est de 40°C. Le ratio enzyme/substrat est de 0,3%. Tandis que la Savinase est l'une des enzymes utilisées dans la fabrication des détergents, elle est vendue sous le code enzymatique (EC 3.4.21.14). Cette enzyme fonctionne en milieu alcalin, exigeant un pH 8 (NaOH 2N) et la température optimale est 50°C. Le ratio enzyme/substrat utilisé est de 0,3%. L'hydrolyse se fait dans un réacteur à double enveloppe et homogénéisée avec un volume d'eau distillé (agitation continue à 400 rpm).

Après six heures de réaction, l'hydrolyse a été arrêtée par inactivation de l'enzyme. Pour la Savinase, l'inactivation se fait par la chaleur. Pour l'hydrolyse en présence de Pepsine, l'arrêt de la réaction est effectué par neutralisation du milieu avec de la soude 5N.

Après inactivation de l'enzyme et refroidissement de la préparation, cette dernière est centrifugée à 4 000 g pendant 40 minutes à 4°C dans une centrifugeuse (Hettich Rotina 380R, Suisse). Trois fractions sont obtenues (Huile, Surnageant protéique et Culot)

II.3. Récupération des lipides à partir de la préparation de l'isolat protéique

L'isolat protéique désigne un produit qui est caractérisé par sa richesse en teneur en protéines avec un faible taux de cendres et lipides. La préparation d'un isolat protéique est réalisée par une succession de différentes étapes (Sajot, 1979) : hydrolyse chimique par une solution de NaOH (0,12N pour atteindre le pH 12,5 ; à une température de 70°C pendant 120min), un blanchiment (H₂O₂ pour atteindre un pH de 11,5 ; à une température faible 50°C pendant 30min) et extraction des graisses avec de l'Isopropanol (à 60°C pendant 15min). (Fig.9).

Chapitre II : Partie 1 : Matériel et méthodes

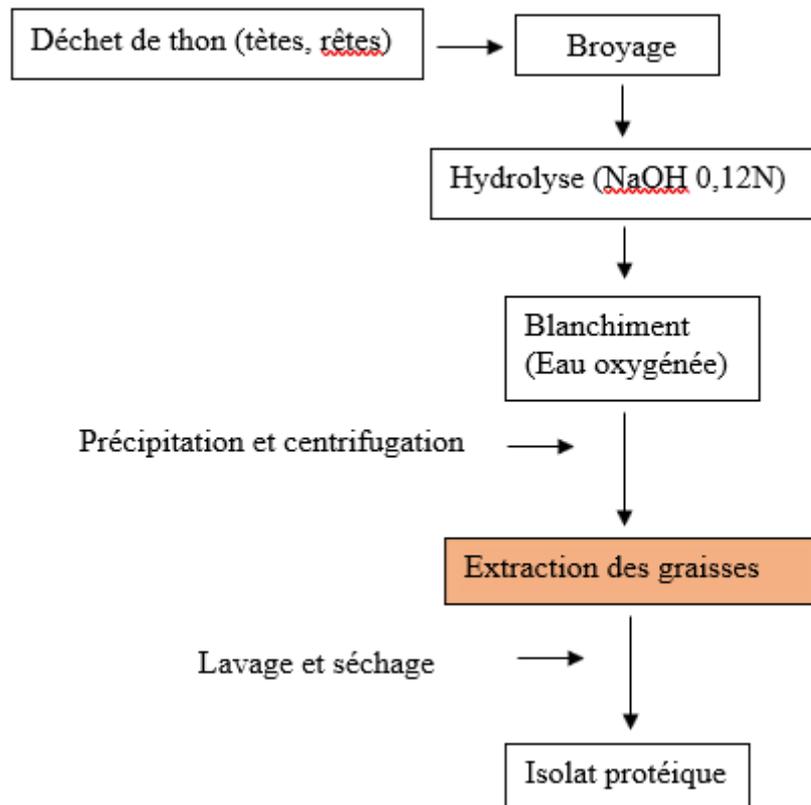


Figure 09 : Diagramme de fabrication d'un isolat protéique et récupération des lipides d'après (Sajot, (1979)



*CHAPITRE II : PARTIE 2 :
RÉSULTATS ET
DISCUSSION*

III. Résultats et discussions :

III.1. Composition biochimique des coproduits de thon rouge :

Les coproduits utilisés dans cette étude sont les têtes, peau, nageoires et arêtes du thon rouge (*Thunnus thynnus*) dont la composition physico-chimique est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 02. Composition biochimiques exprimé en (%) des coproduits de thon rouge par rapport à la matière sèche.

Composition (%)	Matière sèche	Cendre	Lipides	Protéines
Coproduits de thon (Présent travail)	76,82 ± 1,56	10,15 ± 0,98	31,29 ± 1,31	23,34 ± 0,88
Filet de thon (Murray et Burt, 1969)	29	/	14,13	86,89

En comparant les caractéristiques physico-chimiques des coproduits du thon rouge (*T. thynnus*) à celle du filet, il apparaît une différence de composition entre les deux parties du corps du poisson. En général, le filet des thons (*Thunnus sp*) contient moins de matière sèche (29 %) que les coproduits (76,82 %). Dont ces dernier, leur teneur en lipides est plus élevée (31,29 %) que celle du filet (14,13 %). Quant à la teneur en protéines c'est le filet qui représente les valeurs les plus élevées que les coproduits (respectivement 86,89 et 23,34%). Les coproduits du thon rouge contient de cendres que le filet (10,15 %).

Les résultats de la composition des coproduits de thon rouge (*T. thynnus*) obtenus ici sont peu différents de ceux trouvés dans la littérature (Soriguer *et al.*, 1997 ; Vlieg et Murray, 1988 et Nguyen,2009).

A la lecture des résultats de ce tableau, il ressort que la composition biochimique en lipides pour les coproduits de thon rouge *T. thynnus* est un peu moins de celle trouvée par Nguyen (2013) et Vlieg et Murray (1988) (respectivement 32,92 et 35,05 %) dans les coproduits de thon, *Thunnus albacares* dans les coproduits du thon *Thunnus alalunga*. Par contre, notre échantillon (thon rouge *Thunnus thynnus*) contient une faible quantité en protéines par rapport à celle trouvée chez le thon *T. albacares* et *T. alalunga* (respectivement 36,09 et 50,25 % par rapport à la matière sèche). En ce qui concerne les teneurs en cendres, le thon rouge *T. thynnus* présente une valeur moins faible de celle notée pour *T. alalunga* (14,69 %), mais la différence est beaucoup plus marquée pour le thon *T. albacares*, en présentant 28,78 % de matière minérale.

III.2. Extraction des lipides à partir des coproduits de thon rouge :

III.2.1. Extraction chimique :

Les quantités de lipide obtenues par voie chimique des coproduits de thon est représentée dans le tableau 3 et cela par trois méthodes différentes.

Tableau 03. Composition lipidique exprimé en (%) obtenues des différentes méthodes chimiques utilisées.

Méthodes d'extraction	wolff et Castera-Rossignol	Soxhlet	Folch
Taux de lipides (%)	29,12 ± 0,09	27,53 ± 0,23	30,40 ± 0,21

La comparaison du rendement des trois méthodes chimiques pour extraire la matière grasse, Folch et *al.* (1957); Wolff et Castera-Rossignol (1987) et Soxhlet (1990) donnent des estimations légèrement comparables de la teneur en lipides des coproduits du thon rouge. Soulignons que la méthode de la méthode de Folch et al (1957) donne les résultats les plus élevés (30,40 %) par rapport aux autres méthodes étudiées. Tandis que la méthode de Wolff et Castera-Rossignol (1987) conduit à une estimation proche du taux de lipides à celle obtenue par la méthode précédente (29,12 %).

D'après ces résultats, on peut conclure que la nature du solvant utilisé (ou mélange); la température et la durée de l'opération ont une influence sur les rendements massiques de lipide obtenus (avant purification). Malgré que la méthode de Folch dure environ une (01) heure seulement, dans cette étude, les conditions de cette extraction : le mélange (chloroforme + méthanol) et l'agitation ont joués un rôle important dans l'extraction. Donc le mélange Folch reste le meilleur solvant par rapport aux autres solvants étudiés. Cependant pour la même comparaison, on peut dire que le mélange (Isopropanol + Hexane) est avéré un meilleur solvant dans l'extraction des lipides pour les coproduits du thon rouge. Dans ce cas, on peut préconiser des mélanges de solvant pour un bon dégraissage des échantillons.

III.2.2. Extraction enzymatique :

Le rendement est le rapport entre le produit dérivé (trois fractions en générale sont obtenues de l'hydrolyse enzymatique après centrifugation, voir Figure 10) et la quantité de coproduit utilisé. Les résultats des deux méthodes étudiées sont résumés dans le tableau 4.

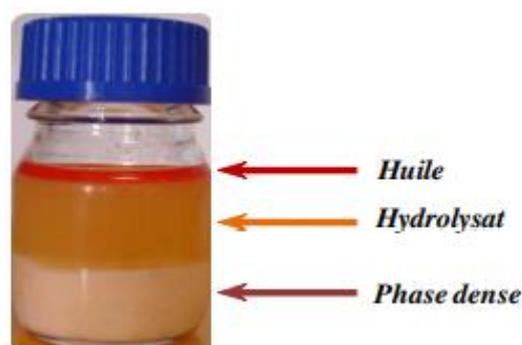


Figure10. Les différentes fractions obtenues après hydrolyse enzymatique et centrifugation des coproduits marins. (Al-Sayed Mahmoud, 2007).

Tableau 04. Rendement massique de la fraction lipidique exprimé en (%) obtenues des deux hydrolyses enzymatiques utilisées.

L'enzyme utilisée	Pepsine	Savinase
Taux de lipides (%)	20,07 ± 0,04	25,83 ± 0,13

Dans cette étude, les coproduits de thon ont été chauffés avant l'hydrolyse selon les conditions demandées, les enzymes endogènes étaient donc inactivées.

Lors de l'hydrolyse enzymatique, le rendement d'obtention de la fraction lipidique seulement est élevé. Pourtant, dans les deux autres fractions (Culot et surnageant protéique) une présence d'une quantité non négligeable de lipide a été mentionnée.

D'après les résultats cités dans le tableau 4, on remarque que l'enzyme Pepsine conduit à la production d'une faible quantité de matière grasse par rapport à l'utilisation de l'enzyme Savinase (respectivement 20,07 et 25,83 %).

III.3. Récupération des lipides après extraction de l'isolat protéique

L'extraction des graisses dans cette partie du travail, a été réalisée par extraction chimique à l'aide d'une solution de l'isopropanol (à 60°C pendant 15 min).

D'après les résultats obtenus, le rendement massique des huiles obtenues ($22,97 \pm 0,1$ %). A partir de cette extraction à chaud, on remarque qu'avec l'utilisation du solvant (isopropanol) tout seul, on a pu obtenir un très faible taux de matière grasse à partir des coproduits du thon rouge.



*CONCLUSION
GÉNÉRALE*

Conclusion :

L'extraction historique de l'huile des poissons se réalise par la cuisson puis par un broyage et une centrifugation pour séparer l'huile des protéines et de l'eau. L'extraction la plus courante d'huile de poisson est celle pratiquée dans les usines mixtes de farines et d'huiles de poissons. En général, les process de production de ces huiles étaient essentiellement adaptés à la forme de la matière première, c'est-à-dire des poissons entiers ou des parties telles que la tête, le foie ou les sous-produits ...ect. Aujourd'hui la technologie de pointe s'adapte aux demandes, aux exigences réglementaires et aux attentes des consommateurs en élaborant des huiles désodorisées, décontaminées ou concentrées en acides gras polyinsaturés.

L'objectif de cette étude ciblé la valorisation des coproduits de thon rouge, afin d'extraire les lipides par plusieurs méthodes (chimique et enzymatique).

A la vue de ces résultats obtenus, on a remarqué que la comparaison biochimique de la chair et des coproduits de thon rouge, est en faveur des coproduits concernant le taux important en lipide et en cendre par rapport au filet.

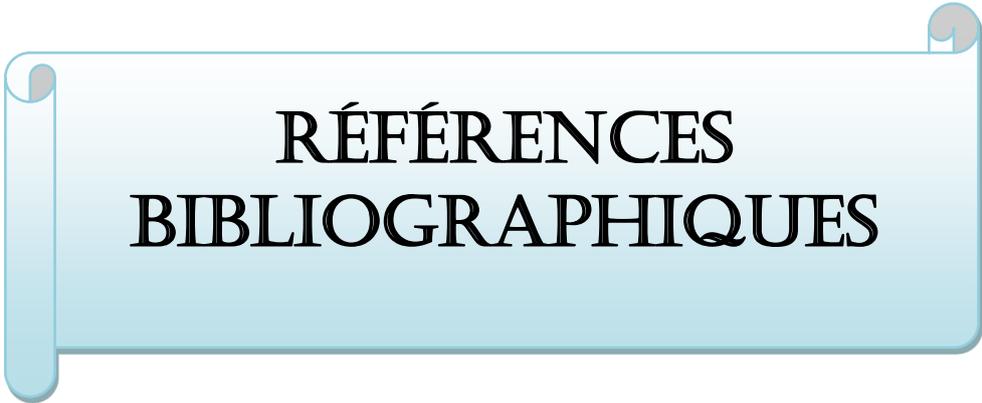
Selon les différentes méthodes d'extraction des lipides à partir des coproduits de thon rouge, il s'avère que la meilleure méthode serait la méthode de Folch *et al.* (1957) et de Wolff et Castera-Rossignol (1987), dont elles fournissent une bonne estimation de la teneur en lipides. Ce sont des extractions à froid en utilisant un mélange de solvant (respectivement Chloroforme/Méthanol et Isopropanol/Hexane). Alors que, la méthode d'extraction à chaud de Soxhlet (1990) prend un temps d'extraction plus long et une grande quantité qui conduit à de large critique de cette méthode : les extractions sont assez longues et il n'y pas de possibilité de travailler à froid, ce qui peut être gênant avec des substances sensibles à la chaleur. Et si l'intérêt des méthodes chimiques est indiscutable dès lors qu'il s'agit de caractériser précisément la fraction lipidique des coproduits, la durée de l'extraction et la quantité de solvant mise en œuvre, elles semblent s'adresser avant tout aux laboratoires de recherche.

Les produits chimiques utilisés pour extraire les lipides tel que l'Hexane, sont connu comme des substances très polluantes et donc toxique pour l'homme. Pour cela, L'hydrolyse enzymatique présente l'avantage d'être plus facilement contrôlable que l'hydrolyse chimique. Elle permet également de préserver la valeur nutritionnelle de la matière première et ne nécessite pas de traitement chimique pour éliminer l'agent hydrolysant.

Le coproduits issus de la filière halieutique représentent une source lipidique non négligeable, dont leurs applications dans les domaines de la nutraceutique, de la cosmétique et de l'industrie

Conclusion générale

alimentaire sont potentiellement très élevées. Toutefois, pour que ces objectifs soient atteints, il est indispensable de s'assurer de leur traçabilité et de leur qualité, qui doivent être identiques à celles des produits transformés.



**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques

A

Andrieux G., 2004. Rapport sur la filière française des coproduit de la pêche et de l'aquaculture : état des lieux et analyse, OFIMER, Paris

AOAC, 1980. Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. *Association of official analytical chemists*, Arlington, VA, USA.

AOAC, 1990. Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. *Association of official analytical chemists*. Arlington, VA, USA.

B

Barnathan G., 2010. Acides gras inhabituels des organismes marins : une illustration de la biodiversité moléculaire marine. *OCL*, 17 4 (2010) 238-250. doi.org/10.1051/ocl.2010.0326

Bergé JP, Barnathan G., 2005. Recent advances in fatty acids from lipids of marine organisms: molecular biodiversity, roles as biomarkers, biologically-active compounds and economical aspects. In: Le Gal Y, Ulber R (eds) *Marine Biotechnology*. *Adv Biochem Eng Biotechnol*, Springer, 96 : 49-125.

Block B.B., Dewar H., Blackwell S.B., Williams T.D., Prince E.D., Farwell C.J., Boustany A., Teo S.L.H., Seitz A., Walli A., Fudge D., 2001. Migratory Movements, Depth Preferences, and Thermal Biology of Atlantic Bluefin Tuna. *Science*, 293: 1310-1314.

C

Christie, 1982. *Lipid analysis*, 2nd Edn. Pergamon Press, Oxford

CICTA, 2020. Après avoir obtenu l'accord de la *CICTA*: L'Algérie se lancera dans l'activité d'engraissement de thon rouge à partir de.

Collette B.B., Di Natale A., Fox W., Juan Jorda M., Nelson R., 2011. *Rastrelliger brachysoma*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170318A6745895. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170318A6745895.en>.

CPS, 2014 . La valorisation des co-produits de poisson - Note d'orientation de la Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 21. 4p.

Crooke W.M. et Simpson W.E., 1971. Determination of ammonium in Kjeldahl digests of crops by an automated procedure. Journal of the Science of Food - Wiley Online Library.

Théodet C., Gandemer G., 1991. Comparaison de cinq méthodes pour extraire les lipides du lactosérum et de ses dérivés.

D

Dumay D., 2006. Extraction de lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration: Application à la valorisation de coproduits de poisson (*Sardina pilchardus*). *Thèse de doctorat de l'Université de Nantes*.

E

Eggleston et Bochenek 1990. Stomach contents and parasite infestation of school bluefin tuna *Thunnus thynnus* collected from the Middle Atlantic Bight, Virginia. Fisheries Bulletin 88: 389-395

El kalmouni, 2010. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées

Eymard, 2003. A modified xylenol orange method to evaluate formation of lipid hydroperoxides during storage and processing of small pelagic fish. *European journal of lipid and science technology*.**105**:497-501

F

FAO, 2016. A quarterly update on world seafood markets. Globefish Highlights, FIAM/FAO

FAO, 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Résumé. CA0191FR/1/07.18.

Folch J., Lees M., SLOANE STANLEY G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal sources. Journal of Biochemistry and Chemistry, 226: 497-509

Références bibliographiques

G

Gbogouri G.A., 2018. Co-valorisation des protéines et des lipides riches en lécithine et en acides gras polyinsaturés oméga 3 à partir de têtes de saumon (*Salmosalar*) par hydrolyse enzymatique. p28, 34

Guérard F., Batista I., Pires C., Thorkelson G., Le Gal Y., 2004. Repport On sources and selection criteria for raw material. Rapport établi pour le programme SEAFOOD plus, 57pp

H

Hanga .L , Kerkour .Dj., 2016. Etude préliminaire de la composition biochimique (lipidique et minérale) et des activités biologiques (anti radicalaires et antimicrobiennes) des extraits de poudre de cinq espèces de poissons marins du golf de Bejaia.

I

Ifremer, 2008. La farine de poisson et autres produits d'origine aquaculture du site Web aquaculture. 8p

Ifremer, 2010. Fabrication de la farine et huile de poisson.

J

Fromentin J.M.,2006. Thon rouge de l'atlantique, chapitre 2.1.5 : P100 101

K

Kassem Al-sayed, M., 2007. Extraction, fractionnement et caractérisation des lipides polyinsaturés des oeufs de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchusmykiss*).

L

Lutcavage M.E., Brill R.W., Skomal G.B., Chase B.C., Goldstein J.L., Tutein J., 2000. Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. Marine biology. 137: 347-358.

M

MADRP, 2019. Ministère de l'Agriculture du développement rural et de la pêche.

Références bibliographiques

Maguire, 2006. The state of world highly migratory, straddling and other high seas fishery resources and associated species. FAO Fisheries Technical Paper. No. 495. Rome FAO.

Mather F.J., Mason J.M., Jones A.C., 1995. Historical document life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna. NOAA Technical memorandum NMFS-SEFSC, Springfield, VA. 165pp.

Idrissi M.M., abid N., Bernardon M., Juan A., 2013. CAMINAS situation de la pêche artisanale au thon rouge dans le détroit de Gibraltar, en méditerranée marocaine. p11.

N

Nguyen, 2009. Valorisation de matières premières marines de faible valeur ajoutée : application aux co-produits de thon. Thèse de doctorat : Ifremer et Université de Nantes.

O

ONS, 2020. Office National des Statistiques. Algérie.

Oulhiz Aicha, 2018. Évaluation, valorisation et utilisation des coproduits de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) et du thon *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) pour l'alimentation du tilapia rouge (*Oreochromis sp.*). Thèse de doctorat, Université de Mostaganem.

R

Rai R.B., Dhama K., Damodaran T., Hamid Ali, Rai S., Singh B., Bhatt P., 2012. Evaluation of azolla (*Azolla pinnata*) as a poultry feed and its role in poverty alleviation among landless people in northern plains of India. Vet. Pract., 13 (2): 250-254

S

Guillemin S., 2018. Extraction aqueuse d'huile de colza assistée par hydrolyse enzymatique : optimisation de la réaction, caractérisation de l'émulsion et étude de procédés de déstabilisation.

Scott M.G., Scott W.B., 1988. Atlantic fishes of Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219: 731p.

Références bibliographiques

T

Sene T., 2008. Contribution à l'étude de la valorisation des co-produits de la sole tropicale (*Cynoglossus senegalensis*) après hydrolyse enzymatique.

W

Wolff R.L, Castera-Rossignol A.F.M., 1987. Mise au point d'une méthode d'extraction de la matière grasse de fromage de type emmental. *Rev Fr Corps Gras* 34, 123-132.