



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## ***MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES***

Présenté par

**Koudid Adnane et Hallal Amin**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Ressources Halieutiques**

THÈME

**Valorisation des coproduits de thon *rouge*  
(*Thunnus thynnus*, *linnaeus 1758*) : caractérisation  
des produits et optimisation du procédé**

Soutenue publiquement le 04 /07 /2018

DEVANT LE JURY

Président	M <sup>er</sup> . Bouzaza.Z	MAA	U. Mostaganem
Encadreur	M <sup>elle</sup> . Oulhiz.A	MAA	U. Mostaganem
Examineurs	M <sup>er</sup> . Belbachir.N	MAA	U. Mostaganem

*Thème réalisé au les laboratoires pédagogiques (lita) et laboratoire chimie de l'école préparatoire en agronomie*



# *Remerciement*

*Nous tenons tout d'abord à remercier le Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier très chaleureusement notre encadreur Mlle : Oulhiz aicha, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.*

*Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes.*

*Ainsi que tous le personnel de département et bibliothèque, les laboratoires, faculté et scolarité et aussi les agents de sécurité.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



# *Dédicaces*

*Je délice ce travail aux êtres les chers à mon Coeur qui m'ont permis de devenir la personne  
que je suis:*

*Mon père et ma mère comme preuve de reconnaissance et de remerciement pour leurs  
sacrifices et leur contribution à ma réussite.*

*À mon binôme **hallal amin**, qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.*

*A tous ceux que j'aime, mes collègues, mes amis et mes chers frères, **mahmoud, imad,**  
**marouane** et aussi mes soeurs, qui m'a beaucoup aidé, soutenue et supporté durant mes longues  
études.*

***Adnane koudid***



# *Dédicaces*

*Au* vrais sens de l'amour, je dédie ce modeste travail, ce fruit de plusieurs années :

*A*mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

*A* mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

*A*mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

*A* toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible,

Merci d'être toujours là pour moi.

*A* mon binôme ***Koudid Adnane***, qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

*A* tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

*A* toutes les personnes que j'ai oublié de citer, à tous les étudiants de 2<sup>ème</sup> année master

Ressources Halieutiques.

Enfin à tous ceux que j'aime et qui m'aime

***HALLAL AMIN***

# Résumé

Cette étude est portée sur l'analyse de différentes méthodes utilisées pour mettre en valeur les co-produits de thon rouge (*Thunnus thynnus*) pêché des cotes de Mostaganem. Différentes fractions ont été obtenues par traitement chimique et autre enzymatique en utilisant une protéase commerciale. Comme prévu, une solubilisation de la matière première s'est produite, conduisant à une augmentation du taux de protéines (63%) dans les produits finals. En ce qui concerne les lipides, de très petites quantités ont été récupérées dans la fraction soluble car elles sont éliminées lors de la centrifugation des hydrolysats. Ainsi, l'isolat protéique produit par traitement chimique, présente un produit d'intérêt, enrichie en protéines (55%) et relativement pauvre en graisses. La farine obtenue, elle aussi est enrichie partiellement en lipides mais avec des quantités importantes de protéines (57,4%). Le niveau relativement élevé de protéines trouvées dans les produits finals peut représenter un moyen intéressant de valoriser ces co-produits à des fins d'alimentation humaine ou animale et dans l'industrie aquacole.

**Mots clés :** Coproduits, thon rouge, *Thunnus thynnus*, hydrolysats, isolat protéique, la farine de poisson.

# Abstract

This study focuses on the analysis of different methods used to exploit the co-products of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught on the Mostaganem coast. Different fractions were obtained by chemical and other enzymatic treatment using a commercial protease. As expected, solubilization of the raw material occurred, leading to an increase in the protein level (63%) in the final products. With regard to lipids, very small amounts have been recovered in the soluble fraction as they are removed during the centrifugation of the hydrolysates. Thus, the protein isolate produced by chemical treatment, has a product of interest, enriched in protein (55%) and relatively low in fat. The flour obtained, too, is partially enriched in lipids but with significant amounts of protein (57.4%). The relatively high level of protein found in the end products can be an attractive way to value these coproducts for food, feed and the aquaculture industry.

**Key words:** Byproducts, bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, hydrolyzate, protein isolate, fishmeal.

## ملخص

تركز هذه الدراسة على تحليل الطرق المختلفة المستخدمة لاستغلال المنتجات المشتركة من التونة ذات الزعانف الزرقاء التي تم اصطيادها على ساحل مستغانم. تم الحصول على كسور مختلفة عن طريق المعالجة (Thunnus thynnus) الكيميائية والأنزيمية الأخرى باستخدام البروتياز التجاري. كما هو متوقع ، حدث انحلال المواد الخام ، مما أدى إلى زيادة في مستوى البروتين (63 %) في المنتجات النهائية. فيما يتعلق بالشحوم ، تم استرجاع كميات صغيرة جداً في الجزء القابل للذوبان حيث يتم إزالتها أثناء الطرد المركزي للحلماة. وبالتالي ، فإن البروتين المعزول الذي ينتج عن طريق المعالجة الكيميائية ، لديه منتج ذو فائدة ، غني بالبروتين (55%) وقليل الدهون. الطحين الذي تم الحصول عليه أيضاً ، يُثري بشكل جزئي في الدهون ولكن بكميات كبيرة من البروتين (57.4%). يمكن أن يكون المستوى المرتفع نسبياً من البروتين الموجود في المنتجات النهائية طريقة جذابة لتقييم هذه المنتجات المشتركة للأغذية والأعلاف وصناعة تربية الأحياء المائية.

.الكلمات المفتاحية: المنتجات الثانوية ، التونة ذات الزعانف الزرقاء ، ، البروتينات المعزولة ، مسحوق السمك

## LISTE DES FIGURES

**Figure 01** : Thon rouge *Thunnus thynnus*.

**Figure 02** : Répartition géographique du thon rouge.

**Figure 03** : Proportions moyennes des sous-produits de poisson.

**Figure 04** : La farine de poisson.

**Figure 05** : Huile poisson sous forme gélule.

**Figure 06** : fabrication des farines et huiles brute de poisson.

**Figure 07** : présent travail déchets du thon (la tête).

**Figure 08** : Préparation de l'hydrolysate enzymatique de thon rouge.

**Figure 09** : Diagramme de la fabrication d'un isolat protéique.

**Figure 10** : diagramme de la fabrication de la farine de poisson.

**Figure 11** : L'étuve avec les creusets.

**Figure 12** : Le digesteur (Appareil de minéralisation).

**Figure 13** : Montage de l'appareil de distillation.

**Figure 14** : Titration par  $H_2SO_4$ .

**Figure 15** : Soxhlet (Appareil de l'extraction de lipide) avec l'échantillon.

**Figure 16** : La rota vapeur.

**Figure 17** : Les différentes fractions obtenues après centrifugation.

**Figure 18** : La poudre de l'hydrolysate protéique obtenue (surnageant) après lyophilisation.

**Figure 19** : Un échantillon de la farine de poisson de thon rouge avant broyage.

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 01:** Utilisation potentielle des coproduits des poissons.

**Tableau 02 :** les rendements massique exprimé en (%) pour l'isolat protéique et de la farine de poisson issus du déchet du thon rouge (*Thunnus thynnus*).

**Tableau 03 :** Composition biochimique des coproduits de le thon rouge (*Thunnus thynnus*)

**Tableau 04 :** composition biochimiques exprimé en (%) de l'isolat protéique et hydrolysats enzymatique de thon rouge.

**Tableau 05 :** composition biochimiques (eau, cendre, lipide, protéine) exprimé en % de notre farine de poisson et la farine de poisson commerciale.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**pH** : Potentiel hydrogène.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Le peroxyde d'hydrogène.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique.

**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Sulfate de potassium.

**CuSO<sub>4</sub>** : Sulfate de cuivre.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)** : Sulfate d'ammonium.

**HCL** : Chlorure de d'hydrogène

**F.A.O** : Food and Agriculture Organisation (Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

**V** : Volume.

**C** : Cendre.

**P** : Protéine.

**L** : Lipide.

**H** : humidité.

**N** : Normalité.

**g** : gramme.

**C°** : Degré(s) Celsius.

# *Sommaire*

**Introduction générale.....01**

## **Chapitre I : Etude bibliographique**

### **PARTIE I : Généralité sur le thon rouge**

**I. Généralité sur le thon.....03**

**I.1 Le thon rouge et son exploitation ... ..04**

**I.2 Présentation de l'espèce étudiée .....04**

**I.2.1 Classification.....05**

**I.2.2 Biotope.....05**

**I.2.3 Distribution géographique.....06**

▪ **Les origines du thon .....07**

**I.2.4 Alimentation.....07**

**I.2.5 Reproduction.....07**

**I.2.6 Valeur nutritive .....08**

**I.3 Composition biochimique de l'espèce étudiée.....08**

▪ **Acide gras oméga 3.....08**

▪ **Protéines.....09**

▪ **Sélénium.....09**

▪ **Vitamine B3.....09**

▪ **Vitamine B12.....10**

▪ **Vitamine D.....10**

▪ **Vitamine B1.....10**

▪ **Vitamine B2.....10**

- Vitamine B5 et B6.....10
- Fer.....10

I.4 Reproduction en captivité.....11

## **Chapitre I : Etude bibliographique**

### **Partie II : Valorisation des coproduit de poissons**

II.1 Utilisation de coproduits de poisson .....12

II.2 Importance et valorisation des coproduits.....12

II.2.1 farine et huile de poisson.....14

II.2.1.1 La farine de poisson.....14

II.2.1.2 L'huile de poisson.....15

II.2.1.3 Fabrication de la farine et l'huile de poisson.....16

II.2.2 Les isolats de protéines légèrement modifiées par hydrolyse.....18

II.2.3 L'hydrolyse.....18

II.2.3.1 L'hydrolyse enzymatique.....19

II.2.3.2 L'hydrolyse chimique.....19

II.2.3.3 L'autolysats.....19

## **Chapitre II : Matériels et méthode**

II.1 Collecte des coproduits the thon.....21

II.1.2 Homogénéisation .....21

II.2. Matériel enzymatique.....21

II.2.1 Hydrolysats enzymatiques.....22

II.3 Préparation de l'isolat protéique (traitement chimique).....22

- Préparation de la poudre.....23
- Hydrolyse.....23

- Blanchiment.....23
- Précipitation et centrifugation.....23
- Extraction des graisses.....23

II.4.fabrication de la farine de poisson.....24

II.5 Analyses biochimiques.....26

II.5.1 Dosage de la teneur en eau.....26

II.5.2 Dosage de la teneur en protéines (méthode de Kjeldahl) .....27

II.5.3 Extraction des lipides.....29

II.5.4 Dosage de la teneur en cendres.....31

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1 Analyse de la farine de poisson et de l'isolat protéique.....32

III.2 Les analyses biochimiques de la matière première (tête du thon) .....32

III.2.1 Analyse de la teneur en lipide.....33

III.2.2 Analyse de teneur en protéine.....33

III.2.3 Analyse de teneur en cendre.....33

III.2.4 Analyse de teneur en eau .....33

III.3 Les analyse biochimique .....34

III.3.1 Analyse de la teneur en eau .....34

III.3.2 Analyse de la teneur en cendre .....34

III.3.3 Analyse de la teneur en lipide .....34

III.3.4 Analyse de la teneur en protéine .....35

III.4 les analyses biochimiques de la farine de poisson .....36

# **Introduction**

# Introduction générale

---

La production mondiale de poissons provenant des pêches et de l'aquaculture a été estimée à 143,6 millions de tonnes en 2006 (FAO, 2008). Une grande partie de ce tonnage fait l'objet d'une transformation pour être ensuite utilisée en alimentation humaine. Ces étapes de transformation génèrent une quantité importante de déchets estimée à 50% du volume total (Je *et al.*, 2007). Malgré leurs qualités intrinsèques, comme par exemple une grande richesse en protéines, très souvent ces déchets ne font l'objet d'aucun traitement spécifique et sont directement rejetés dans l'environnement, entraînant des problèmes de contaminations. Cependant, si certaines précautions sont prises, ces déchets peuvent devenir des coproduits qui se définissent comme étant les parties non utilisées et récupérables lors des opérations traditionnelles de production. Les coproduits usuels résultant de la transformation des poissons sont : les têtes, viscères, arêtes, queues, nageoires et peaux.

Les voies de valorisation des coproduits représentent une solution pour ces déchets. A l'heure actuelle, les coproduits de la filière produits de la mer sont valorisés selon des modes faiblement générateurs de valeur ajoutée. En générale, les coproduits du thon sont destinés à la production de farine, d'huile pour l'alimentation animale. Les coproduits doivent donc maintenant être considérés comme d'autres sources de matières premières destinées à la production de substances destinées à l'alimentation, la nutrition animale et humaine, la cosmétique et la santé. (FAO, 2009)

Le thon est une des espèces marines les plus importantes économiquement. En 2006, la capture mondiale était d'environ 5 millions de tonnes (Hoang, 2009) dont la quasi-totalité a fait l'objet de processus de transformations en usines (congélation, conserve,...). Les déchets principalement générés pendant ces processus sont considérables : tête, viscères, nageoires, arêtes, queue et reliquat de filetage. Ainsi, (Soyiri *et al.*, 2003) ont estimé que, dans les conserveries de thon, de l'ordre de 60-70% du volume de poissons entrant se retrouvent comme déchets après la mise en conserve. Cependant, au regard de leur composition, ces déchets s'avèrent relativement riches en protéines et d'autre éléments, il semble donc intéressant d'adopter une stratégie de récupération de ces éléments et de voir s'il est possible de les utiliser notamment comme ingrédients dans les produits alimentaires. (Hoyle, 1994; Gildberg *et al.*, 2002, Daukšas *et al.*, 2005; Šližyte *et al.*, 2005).

Le principal objectif de ce travail est la valorisation des coproduits de thon rouge (***Thunnus thynnus***). Cette étude se divise en 3 chapitres distincts :

# Introduction générale

---

- ✓ **Etude bibliographique.** (Généralités et valorisation des coproduits de thon rouge « tête »)
  
- ✓ **Matériels et méthode.** (Les analyses biochimiques, préparation de l'isolat protéique et l'hydrolysat et aussi fabrication de la farine et huile de poisson)
  
- ✓ **Résultats et discussion.**

**Chapitre I**  
**Etude**  
**bibliographique**

## I. Généralité sur le thon

Le thon est un poisson qui est pêché commercialement. Il existe une bonne douzaine d'espèces de thons, et les plus connues sont le thon rouge et le thon blanc. Cependant, il existe 3 sortes de thon rouge, le thon rouge de L'Atlantique, celui du Sud et celui du Pacifique.

La production mondiale du thon représente 4,4 millions de tonnes en 29. Elle se décompose en cinq grandes espèces : thon listao (*Katsuwonus pelamis*) : 26 tonnes thon albacore (*Thunnus albacares*) : 11 tonnes thon obèse ou patudo (*Thunnus obesus*) : 45 tonnes thon germon (*Thunnus alalunga*) : 256 tonnes thon rouge (*T. thynnus*) : 21 tonnes. Les premiers producteurs mondiaux sont l'Indonésie (476 tonnes), le Japon (463 tonnes), les Philippines (412 tonnes) et Taiwan (326 tonnes). Le thon rouge *Thunnus thynnus* (Fig.1). Il mesure en général de 2 à 3 mètres de long pour un poids de l'ordre de 300 kg. Son corps est trapu, bleu nuit sur le dos et argenté sur le ventre. Il ne faut pas le confondre avec le thon albacore (*Thunnus albacares*), une espèce tropicale, ou le thon blanc ou germon (*Thunnus alalunga*), qui est plus petit que le thon rouge. (Ifremer, 2010)

Le thon rouge se nourrit de petits poissons, de calmars, de crustacés ; il se déplace souvent en bancs. Il vit entre 20 et 50 ans.



**Figure 01** : Thon rouge (*Thunnus thynnus*).

### I.1 Le thon rouge et son exploitation

L'exploitation du thon rouge de l'Atlantique dans la Mer Méditerranée remonte au premier millénaire avant J.C. et les Romains profitaient déjà de la migration du thon rouge aux fins de reproduction pour le capturer. Les prises de thon rouge ne sont pas restées stables au cours de son historique d'exploitation millénaire, affichant plutôt des fluctuations notables à long terme, qui pourraient être dues à des changements environnementaux dans les trajets migratoires du thon rouge. Le thon rouge d'Atlantique (*Thunnus thynnus*) est un poisson qui occupe une place essentielle dans la chaîne alimentaire océanique. Leur métabolisme étant à sang chaud, ils sont capables de stabiliser la température de leur corps lorsqu'ils plongent à plus de 900 mètres dans des eaux froides. (Luther W., Fiedler K., 1965).

Le thon rouge (*T. thynnus*), est un poisson à haute valeur marchande car il sert à préparer des spécialités japonaises telles que les sushis ou les sashimis. C'est surtout depuis les années 1980 que la consommation de ces produits s'est développée, avec un essor dans les années 1990. La pêche au thon peut être réalisée par des bateaux équipés d'un grand filet, dépassant parfois un kilomètre de longueur et 200 mètres de hauteur. En encerclant les bancs de thons, ce filet permet de remonter plusieurs dizaines de tonnes de poissons en une fois.

### I.2 Présentation de l'espèce étudiée

Le thon rouge *Thunnus thynnus* (Linné, 1758) est l'un des plus gros téléostéens, d'où l'origine probable de son « Thon » que Heldt (1926) attribue au mot phénicien thon ou than désignant « les plus grands animaux aquatiques ».

La taille du thon rouge varie entre 2 et 3 m de longueur (et même 5 m dans des cas exceptionnels). Il pèse en moyenne 300 kg (record : 684 kg). Son corps, en forme de "torpille", est trapu, de section circulaire. De couleur bleu nuit sur le dos, il est bleuté sur les flancs et blanc argenté sur le ventre, parfois marbré ou taché de marques ovales. Cette répartition sombre - clair est caractéristique des poissons de pleine eau. Il possède 2 nageoires dorsales, assez rapprochées : la première est jaune ou bleutée, la seconde est nettement plus haute et de couleur rouge-brun. Les nageoires pectorales sont très courtes et n'atteignent pas l'extrémité de la première dorsale. La nageoire caudale est puissante, symétrique, en croissant. Elle est jaunâtre, bordée de noir. Les "petites" nageoires, pectorales et pelviennes, sont jaunes, bordées de noir. En avant de la nageoire caudale, il porte

8 à 10 pinnules dorsales et 7 à 9 pinnules anales. Elles sont triangulaires, brun jaunâtre et à bords foncés. (Louisy P., 2005)

### I.2.1 Classification

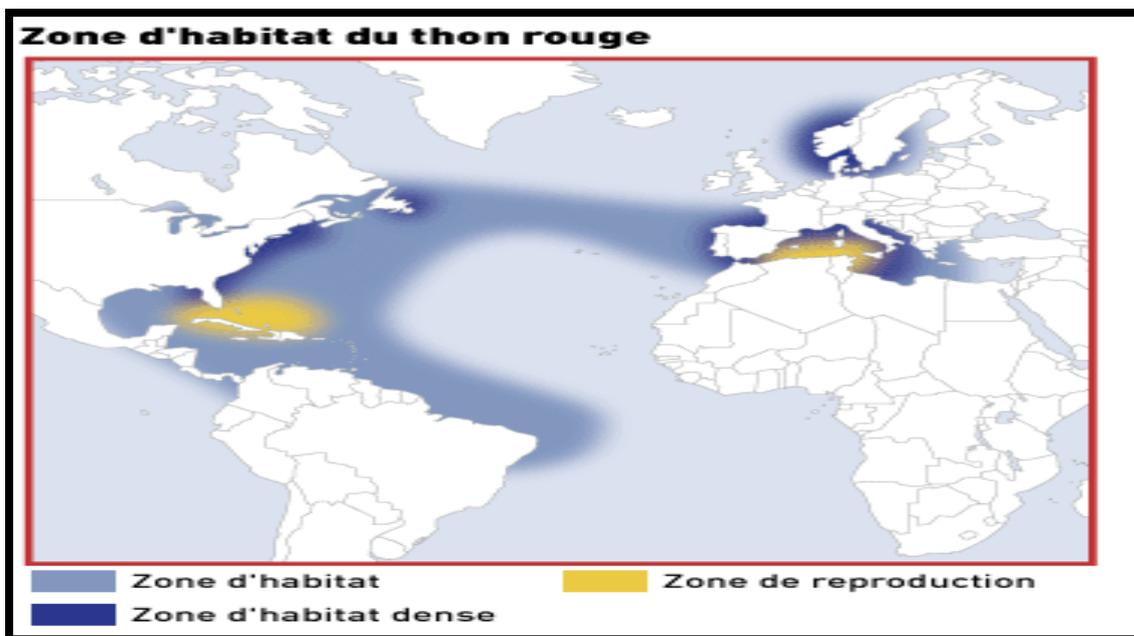
- ✓ **Embranchement** : Chordata.
- ✓ **Sous-embranchement** : Vertebrata.
- ✓ **Classe** : Actinoptérygii.
- ✓ **Sous-classe** : Neopterygii Teleostei.
- ✓ **Super classe** : Osteichthyes.
- ✓ **Ordre** : perciformes.
- ✓ **Famille** : Scombridae.
- ✓ **Sous famille** : scombrinae. (Les Thonidés)
- ✓ **Nom scientifique** : *Thunnus thynnus*.

### I.2.2 Biotope

Comme tous les thons, le thon rouge est un grand migrateur qui peut traverser les mers et les océans. En saison chaude. En fin d'été et surtout au mois d'octobre, il n'est pas rare de voir de très gros spécimens venir tout près du bord et notamment la nuit. Lorsque le Thonthon chasse, soit il capture directement ses proies, soit il effectue des bonds hors de l'eau pour retomber sur le banc et étourdir quelques poissons qu'il cueille ensuite tranquillement. Contrairement à de nombreux scombridés et thonidés, le thon rouge a des périodes d'activité diurnes et nocturnes. Autre fait marquant, la température interne du Thon est supérieure à celle du milieu, grâce à son taux élevé d'hémoglobine, c'est un poisson à sang chaud. Sa température peut s'élever d'une quinzaine de degrés au dessus du milieu environnant, ce qui lui permet de descendre dans la zone bathyale ou de migrer dans les eaux froides Nord Atlantique en maintenant ses muscles chauds. D'autre part ses muscles rouges, bien oxygénés, lui garantissent une bonne endurance (peut parcourir 30 km par jour). Sa vitesse de nage peut atteindre 80 Km/h. (Karel P. et C., 1987)

### I.2.3 Distribution géographique

Zones DORIS : Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Caraïbes, Atlantique Nord-Ouest .Le thon rouge vit dans les eaux subtropicales et tempérées de l'océan Atlantique. En Atlantique Est, on le retrouve de la Norvège jusqu'aux îles du Cap Vert, en passant par les îles Britanniques, la Méditerranée et le sud de la mer Noire. Notons que les conditions environnementales de ce dernier site se sont énormément dégradées depuis les années 1940 et que depuis, cette espèce est très rarement rencontrée. Enfin, une population est répertoriée au large de la Namibie mais aucune donnée sur son importance n'est disponible. En Atlantique Ouest, il est présent depuis le Canada et Terre-Neuve jusqu'au nord du Brésil, ce qui englobe le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes. Il faut préciser que cette espèce n'a plus été repérée sur les côtes brésiliennes depuis une trentaine d'années.



**Figure 02** : la répartition géographique du thon rouge (CICTA - Mines-Paris Tech)

« Les thons nagent en troupe, & se suivent comme des moutons (...) » (Delaporte, 1772). Ils forment des bancs constitués par des exemplaires de tailles semblables que guide l'un d'entre eux qui agit comme un capitaine. Les thons se déplacent à faible vitesse et dans les niveaux superficiels s'ils sont adultes ou en caravanes et à plus hétérogène. D'autres espèces les accompagnent dans leurs déplacements migratoires. Ils nagent au dessus de la thermocline

(couche de fort gradient thermique) dans les eaux tempérées. Ils passent sous la thermocline dans les eaux les plus chaudes.

- **Les origines du thon :**

Les thons se déplacent confortablement entre les eaux les plus chaudes en maintenant leur température corporelle au-dessus de la température de l'eau, principalement grâce à une activité constante. Cependant, certains types de thons, y compris l'albacore, préfèrent les eaux de surface plus chaudes quand ils sont jeunes (moins de 5 ans) et des eaux plus froides et plus profondes quand ils sont plus âgés.

Les eaux plus profondes modifient leurs régimes, ce qui explique pourquoi l'albacore plus âgé pêché dans des eaux froides et profondes a une viande plus maigre et plus blanche

comparé au jeune albacore plus grassouillet pêché plus près de la surface. Avant que vous ne commenciez à vous faire du souci pour savoir comment éviter le jeune albacore et le thon rouge, en particulier, sont de bonnes sources en acides gras essentiels oméga 3, bénéfiques pour la santé.

#### **I.2.4 Alimentation**

Le thon rouge chasse en haute mer, en banc, depuis la surface jusqu'à 100 m de profondeur, où il capture des petits poissons (maquereaux, sardines, chinchards, ...) au milieu de grands bancs. Il se nourrit également de calmars et de crustacés. Plus jeune, il s'attaque à de plus petites proies comme des crustacés ou des céphalopodes. (Quéro J-C., Vayne J-J., 1997)

#### **I.2.5 Reproduction**

Le thon rouge atteint sa maturité sexuelle à 4 ans en Atlantique Est et à 8 ans en Atlantique Ouest. L'espèce est gonochorique et ovipare. Les périodes de reproduction varient selon le lieu géographique (en Méditerranée, de juin à août, par exemple, dans le triangle Italie - Sicile - Sardaigne) et la température de l'eau. La reproduction a lieu à proximité des côtes et de la surface. Les œufs possèdent un réservoir d'huile. Ils sont planctoniques comme les larves qui en sortent 2 jours après la ponte. Le stade larvaire dure un mois environ.

La croissance des juvéniles est plutôt rapide, ce qui est d'ailleurs une caractéristique de toutes les espèces de thons. (Weinberg S., 2007)

### **I.2.6 Valeur nutritive**

Le thon rouge est une source de protéines et contient peu le cholestérol. le thon regorge d'éléments nutritifs, dont le phosphore, le sélénium, les vitamines A et D, ainsi que celles du groupe B. Le thon rouge se démarque du thon blanc par sa teneur élevée en acide gras oméga – 3 dont l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexanoïque (DHA). Des études montrent que la consommation de thon a des effets favorables sur la santé cardiovasculaire et réduirait la mortalité par maladie cardiovasculaire.

Pour des raisons de conservation, le thon est souvent commercialisé en conserve .Au japon le thon est consommé cru sous forme de sushi ou de sashimi, des formes de préparation qui tendent à se populariser en occident ; la partie ventrale, ou thon gras, étant la plus appréciée. De nombreux pays du pacifique, des cotes africaines et de la méditerranée pouvant le consommer frais, de nombreuses recettes existent, y compris crue ou en marinade de citron.

### **I.3 Composition biochimique de l'espèce étudiée**

Le thon appartient à la famille des poissons gras, comme le saumon et la truite, même s'il contient tout de même moitié moins de lipides que ces derniers. Qui plus est, ce sont de bons gras, les fameux omégas 3. Le thon existe en plusieurs variétés. Les plus consommées sont le thon rouge (actuellement en surpêche, c'est le plus dispendieux), Comme tous les poissons, il est riche en protéines de qualité, mais apporte aussi d'importantes quantités des vitamines (A, D, B12) et phosphore et de fer ....etc. (Source : la figaro.fr)

- **Acide gras oméga 3**

Le thon est beaucoup moins gras qu'on ne le pense. Il ne contient que 4 à 6 % de lipides (graisses). Le thon au naturel en boîte est encore moins riche : à peine 2 % de matières grasses. Les lipides du thon sont essentiellement constitués d'acides gras de la série oméga 3. La consommation de ces acides gras particuliers est conseillée en prévention des maladies cardio-vasculaires car ils empêchent la formation de caillots dans le sang. Ils ont également un rôle structurel au niveau du cerveau et du système nerveux. C'est pourquoi il est recommandé de consommer du poisson deux fois par semaine.

Le thon contient de trois à cinq fois plus d'ADH que d'AEP. L'acide gras ADH contribue principalement au développement et au fonctionnement du cerveau, ainsi qu'à l'intégrité des fonctions cognitives et de la vue. Une portion de 100 g de thon rouge, de thon blanc en conserve (dans l'eau) et de thon pâle en conserve (dans l'eau) fournissent respectivement 1,5g, 0,9g et 0,3g d'AEP et d'ADH. Le thon rouge est donc l'un des six poissons les plus riches en ces deux acides gras, avec la truite, le maquereau, la sardine, le hareng et le saumon.

#### ▪ **Protéines**

Tout d'abord, ce n'est pas pour rien qu'on l'appelle parfois « le steak de la mer ». De tous les poissons, il est effet le plus riche en protéines. Sa chair est d'ailleurs dense et compacte (c'est pourquoi il est rassasiant et très apprécié dans les régimes amaigrissants). Une part de 100 g de thon contient près de 30 g de protéines, davantage que dans la viande (20 à 25 g en moyenne/100 g). Une simple part de 100g de thon en conserve couvre donc près de la moitié du besoin quotidien en protéines !

Cette particularité est très intéressante pour des adolescents en pleine croissance, pour des sportifs et pour des sujets âgés qui mangent peu. Les protéines apportées par le thon iront rejoindre les autres protéines de l'organisme, utiles aux fonctions cellulaires et au bon fonctionnement des muscles.

#### ▪ **Sélénium**

Il est riche en sélénium, un oligoélément au pouvoir anti oxydant qui protège les cellules contre le stress oxydatif. Nos sources essentielles sont les poissons et fruits de mer, mais de tous les poissons en conserve, le thon est celui qui contient le plus de sélénium. Une portion de 100 g couvre à elle seule le besoin quotidien en sélénium. ( Source : la figaro.fr)

#### ▪ **Vitamine B3**

Il est également riche en vitamine B3 qui contribue à réduire la fatigue, le vitamine B3 participe à de nombreuses réactions métabolisme et contribue particulièrement à la production d'énergie à partir des glucides, des lipides, des protéines et de l'alcool que nous ingérons.

#### ▪ **vitamine B12**

Vitamine B12 impliquée dans le fonctionnement normal de nombreuses fonctions dans l'organisme (système immunitaire, fonction des globules rouges, système nerveux).

- **Vitamine D**

Le thon rouge et le thon blanc en conserve sont d'excellentes sources de vitamine D, tandis que le thon pale en conserve en est une bonne source. La vitamine D est étroitement impliquée dans la santé des os et des dents, en rendant disponible le calcium et le phosphore dans le sang, entre autres pour la croissance de la structure osseuse. La vitamine D joue aussi un rôle dans la maturation des cellules, dont celles du système immunitaire.

- **Vitamine B1**

Il est riche en vitamine B1 ou Thiamine permet aux cellules de convertir les hydrates de carbone en énergie. La thiamine est essentielle pour le bon fonctionnement du cœur, des muscles et du système nerveux.

- **Vitamine B2**

Il est riche en vitamine B2 et une source pour la femme et pour l'homme, la vitamine B2 ou Riboflavine joue un rôle dans la croissance, la synthèse des globules rouges et la reproduction.

- **Vitamine B5 et B6**

- La vitamine B5 ou acide pantothénique joue un rôle dans le métabolisme et dans la formation du cholestérol.

- La vitamine B6 ou pyridoxine participe à la synthèse d'anticorps dans le système immunologique.

- **Fer**

Le thon est une bonne source de fer pour l'homme et une source pour la femme, car leurs besoins respectifs en ce minéral sont différents. Chaque cellule du corps contient du fer. Ce minéral est essentiel au transport de l'oxygène et à la formation des globules rouges dans le sang. Il joue aussi un rôle dans la fabrication de nouvelles cellules, d'hormones et de

neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux). Il est à noter que le fer contenu dans les aliments d'origine animale (dont les poissons) est très bien absorbé par l'organisme, comparativement au fer provenant des végétaux.

#### I.4 Reproduction en captivité

L'engouement international pour le thon rouge suscite une forte demande du marché responsable de la surpêche de l'espèce, ce qui inquiète la commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique.

Pour faire face à ce problème, des chercheurs du Centro Oceanográfico de Murcian (Espagne) de l'IEO (Instituto Español de oceanografía) ont œuvré et réussi pour la première fois à obtenir plus de 5 millions d'œufs viables de thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*). Cette réussite, obtenue dans le cadre du projet européen SELFDOTT mené par l'IEO et financé par le 7<sup>e</sup> PCRD (Programme Cadre de Recherche et Développement), est une étape fondamentale vers l'« apprivoisement » du thon rouge et sa reproduction en milieu aquacole. De son côté, une entreprise croate, Kali Tuna, a annoncé, le 6 octobre 2009, que des thons rouges (*Thunnus thynnus*) se sont reproduits en captivité dans l'Adriatique. 800 géniteurs ont été installés dans une cage spéciale depuis le printemps 2006. Les poissons ont frayé au début de cet été. Les œufs ont été libérés dans l'eau de mer. Une partie d'entre eux ont été prélevés et auraient éclos avec succès au sein des installations du laboratoire d'aquaculture de l'Institut d'Océanographie et des Pêcheries de Split.

Plusieurs pays se sont essayés à la reproduction du thon rouge en captivité. Les pionniers dans ce domaine ont notamment été les Japonais - Université de Kinki - et l'entreprise australienne Clean Seas Tuna. Mais l'une des difficultés auxquelles les scientifiques se sont toujours heurtés est le manque de connaissance sur l'accouplement du thon rouge. (Weinberg S., 2007).

## II. Valorisation des coproduit de poissons

Les coproduits désignent les sous-produits, les capture accessoire, les rejets, les invendus...Ce sont généralement les poissons ou parties de poissons non consommés classiquement (peau, arête, tête, viscères) mais récupérables et utilisés après traitement. 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 d produits bruts. (Ifremer, 2010)

Ce sont, par exemple, les viscères, branchies, squelettes internes, carapaces ou coquilles ils représentent de 30 à 60% de l'animal.

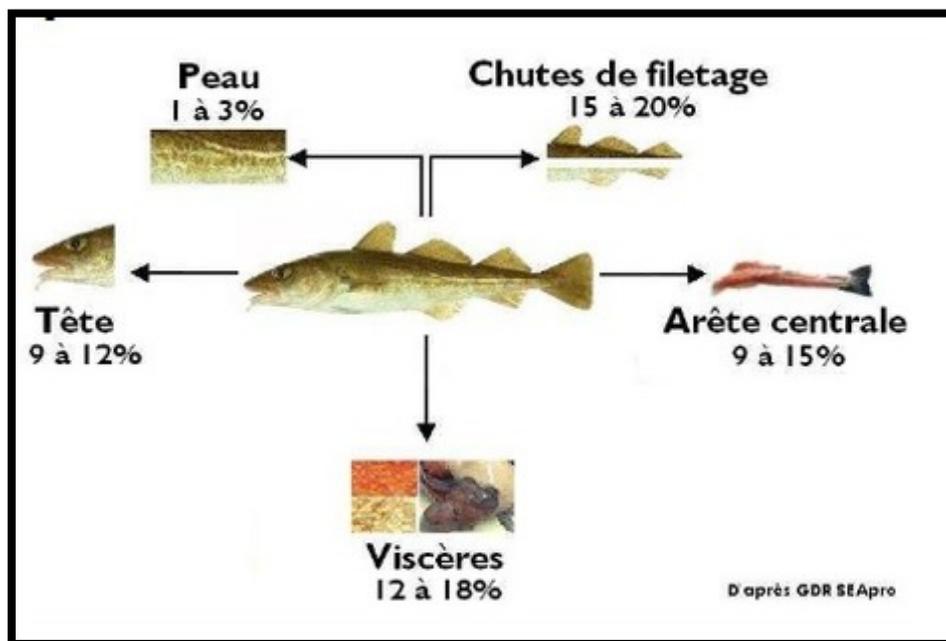


Figure 03 : Proportions moyennes des sous-produits de poisson (Ifremer, 2010)

### II.1 Utilisation de coproduits de poisson

La production annuelle de coproduits représente environ 50% des capture. Les coproduits contiennent des protéines a haute valeur nutritive, des acides gras insaturés (oméga), des vitamines, es antioxydants, des minéraux, ainsi que des acides aminés essentiels et des

peptides bénéfiques pour l'organisme. Il est intéressant d'accroître la valeur ajoutée des coproduits, pour assurer une pêche durable et améliorer la rentabilité des activités de la filière par une meilleure valorisation des captures.

**Tableau 01:** utilisation potentielle des coproduits des poissons (Ifremer, 2008)

Marchés de valorisation	Pour quelles applications	Quels produits dérivés de coproduits ?
Agriculture	-Enrichissement des sols - lutte contre les ravageurs	Engrais (ensilage), compost, pesticide.
Energie / industrie	- Production d'énergie - Epuraton des eaux	-Biocarburant, comburant
Alimentation animale	- Alimentation - Compliments alimentaire	-Farine, huile, dérivés protéinés, ensilage, minéraux
Agroalimentaire et alimentation humaine	- Alimentation humaine directe - Produit alimentaire intermédiaire	-Foie, oeufs, ventreche, huile de poisson -Gélatine
Diététique et nutraceutique	- Protection des articulations - Apports en phospholipides , phospholipides et en minéraux	-Chondroïtine sulfatée -Lécitine marine, minéraux, huiles raffinées
Cosmétique	-Beauté de la peau - Beauté des ongles et des cheveux implants sous	-Collagène -Elastine -Dérivés d'acides nucléiques

## **II.2 Importance et valorisation des coproduits**

Les coproduit contiennent des protéines à haut valeur nutritive, des acides gras insaturés (oméga3). Des vitamines, des antioxydants des minéraux, ainsi que des acides aminés essentiels et des peptides bénéfiques pour l'organisme. Il est intéressant d'accroître la valeur ajoutée des coproduit, pour assures une pêche durable et améliorer la rentabilité des activités de la filière par une meilleure valorisation des captures. Les coproduits peuvent être utilisés sous différentes formes : farine et huile de poisson, hydrolysats protéiques ou même isolats protéiques.....etc.

### **II.2.1 farine et huile de poisson**

En général, la production de farine de poisson pour la nutrition animale actuellement la valorisation de masse des coproduits la plus importante car tous peuvent être utilisés sans distinction. Ainsi (FAO ,2008). En 2008, 2.6 millions de tonnes de farine ont ainsi été commercialisés avec près de 25% des matières utilisées qui étaient es coproduits issus de transformation du poisson. Les principaux pays producteur de farine et d'huile de poisson sont le Pérou, le Chili, le Danemark et la Norvège (FAO Globefish, 2009).

#### **II.2.1.1 La farine de poisson**

La farine de poisson est la première source de protéines utilisée pour l'alimentation des animaux d'élevage en raison de ses hautes qualités nutritives. Une partie importante de ces farines est utilisée pour faire des aliments pour l'aquaculture de poissons et de crevettes. L'autre partie est utilisée pour l'alimentation des poulets et des porcs. Les farines contiennent en général de 65% à 67% de protéine et un maximum de 12% de lipides. Elles possèdent de bonne valeurs nutritives et une grande teneur en acides aminés essentiels mais sont peu

solubles, possèdent peu de propriétés fonctionnelles et peuvent causer des inconvénients liés à leur forte teneur en sels minéraux (Denes, 2006).



**Figure 04** : la farine de poisson.

#### II.2.1.2 L'huile de poisson

L'huile de poisson de même que l'huile de krill constituent de bonnes sources d'acide eicosapentaénoïque (AEP) et d'acide docosahexaénoïque (ADH). Les principaux usages de l'huile de poisson sont les suivants :

- ✓ Alimentation humaine.
- ✓ Industrie pharmaceutique.
- ✓ Alimentation des animaux d'élevage.
- ✓ Alimentation des animaux de compagnie.
- ✓ Aquaculture.

L'huile de poisson connue pour sa richesse en oméga 3 est en général obtenue à partir des tissus biologiques de poissons gras. Parmi les poissons choisis, on trouve des poissons sauvages ou bien d'élevage. On trouve dans les poissons sauvages une huile d'excellente qualité. Parmi ces poissons, on trouve le plus souvent le hareng, la sardine, l'anchois, le maquereau, la daurade ou l'espadon. Parmi les poissons d'élevage, en général le saumon ou

la morue, l'huile est souvent de moindre qualité et peut contenir des métaux lourds. Toutes les huiles obtenus par ces poissons ne se valent pas et leurs teneurs en oméga 3 non plus. L'huile de poisson sous forme liquide est parfois offerte à meilleur prix que les gélules.

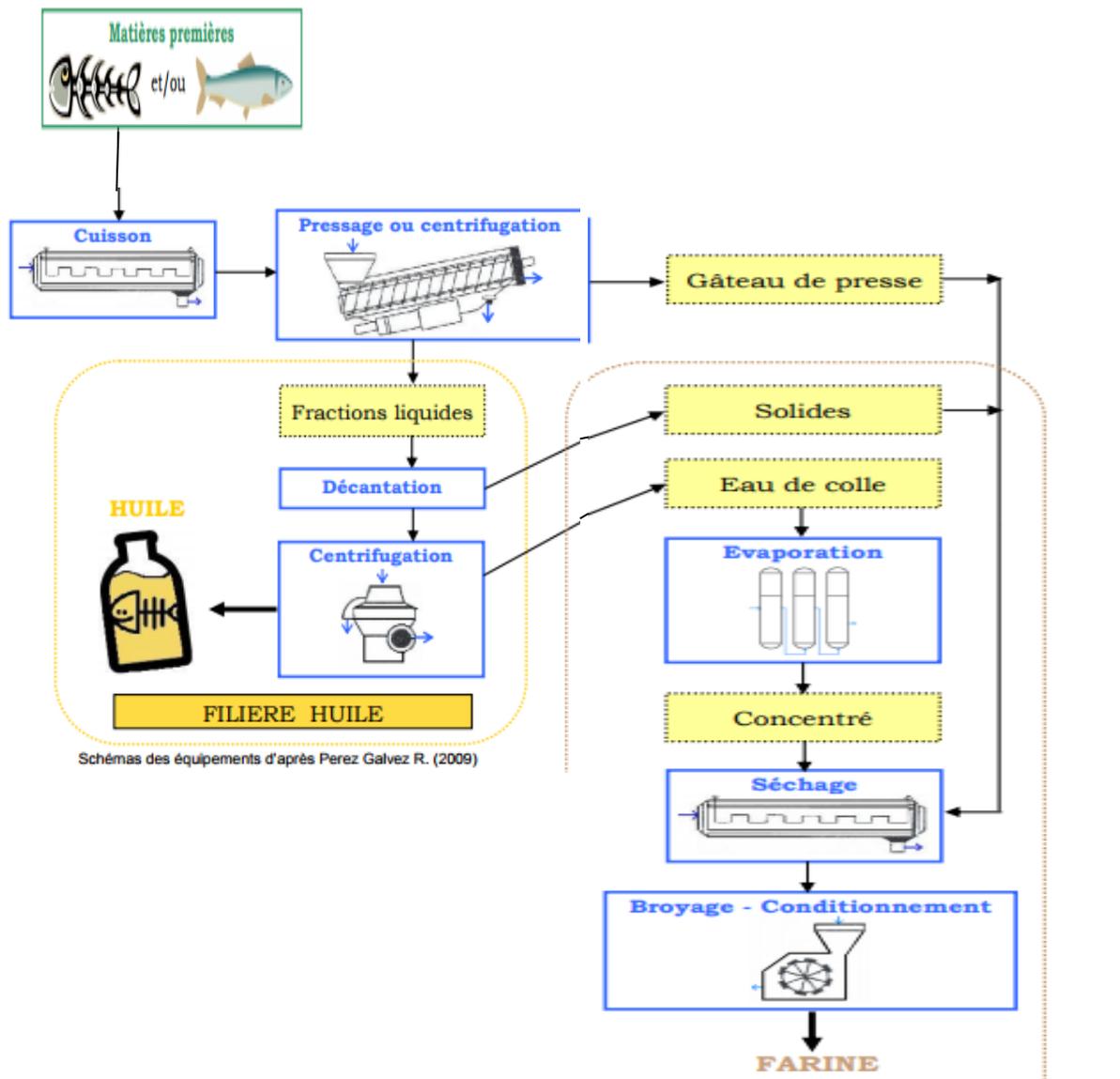


**Figure 05** : Huile poisson sous forme gélule.

### II.2.1.3 Fabrication de farine et de l'huile de poisson

Les farine de poisson sont un produit solide (poudre) obtenu à partir de poissons ou de coproduits de poissons par un procédé qui vise à séparer les fractions solide, huileuse et aqueuse de la matière première, et à extraire une grande partie de l'eau et des huiles.

La production mondiale de farine et huile de poissons est aujourd'hui relativement stable, avec environ 6 à 6.5 millions de tonnes de farine de poissons et 1 à 1.2 millions de tonnes d'huile de poissons par an. L'huile de poissons est un sous produit du procédé de production de la farine de poissons. La farine de poissons est utilisée comme adjuvant pour les aliments de bétail. L'huile de poisson est utilisée comme fortifiant (alimentation humaine et usage pharmaceutique).



FARINE DE POISSON

Figure 06 : fabrication des farines et huiles brute de poisson.( Perez galvez R.2009)

### II.2.2 Les isolats de protéines légèrement modifiées par hydrolyse

Ces isolats sont obtenus en effectuant une hydrolyse modérée des protéines (solubilisation de l'azote inférieure à 10%) avant le traitement d'extraction. La modification des protéines par hydrolyse soulève un certain nombre de problèmes. En premier lieu, il est difficile de fabriquer des produits neutres car diverses molécules produites par hydrolyse présentent elles mêmes une certaine saveur.

D'autre par, dans le cas d'une hydrolyse enzymatique, on se heurte à la difficulté de contrôler avec précision le degré d'hydrolyse, particulièrement si on diminue la qualité nutritionnelle par destruction de certains acides aminés et racémisation. Dans ce cas il faut également envisager l'élimination du sel produit après neutralisation de l'hydrolysate. **(Dumay, 2006).**

### II.2.3 L'hydrolyse

Les coproduits de poisson peuvent être schématisés comme un assemblage de protéines, d'huiles (lipides) et de minéraux. L'hydrolyse va découper les protéines, au niveau des liaisons peptidiques, en molécules de plus petites tailles : polypeptides, peptides et acides aminés. Le produit obtenu est nommé « hydrolysate protéique ».

L'hydrolyse nécessite, pour couper les protéines, un acide, une base ou une enzyme. Il s'agit alors d'une hydrolyse chimique ou d'une hydrolyse enzymatique.

L'hydrolyse est caractérisée par le degré d'hydrolyse qui correspond au pourcentage de liaisons peptiques coupées par rapport au nombre total de liaisons peptidiques de la protéine. **(Dumay, 2006).**

### **II.2.3.1 L'hydrolyse enzymatique**

Pour les hydrolysats protéiques de poisson obtenus par hydrolyse enzymatique, les coproduits sont mis en présence d'une certaine quantité d'enzyme (protéase) dans un milieu aqueux aux pH et température optimisant son activité. L'enzyme va découper les protéines contenues dans les coproduits.

Chaque enzyme a une action sélective et coupe une liaison peptidique après une séquence précise d'acides aminés. Une grande variété d'enzyme différentes est disponible (papaïne, trypsine, pancréatine..).

En fonction du résultat souhaité (poids moléculaire, type de peptides...), une ou plusieurs enzymes peuvent être utilisées. Il est ainsi possible de contrôler l'hydrolyse.

### **II.2.3.2 L'hydrolyse chimique**

Dans le cas de l'hydrolyse chimique, le réactif est un acide ou une base. L'hydrolyse chimique est peu coûteuse, assez simple mais non spécifique (coupure des liaisons peptidiques quelque soit la séquence des acides aminés). Elle est donc peu reproductible (taille, composition et fonctionnalités variable des peptides obtenus).

De plus, les conditions d'hydrolyse (température élevée et conditions de pH extrême) altèrent les propriétés des peptides et détruisent certains acides aminés comme le tryptophane qui est un acide aminé essentiel.

### **II.2.3.3 L'autolysats**

Les autolysats sont obtenus principalement par l'action des enzymes protéolytiques endogènes du poisson, présentes dans le système digestif (pepsine, trypsine, chymotrypsine) ainsi que dans le tissu musculaire (cathepsines). Les bactéries naturellement présentes dans le

mélange participent également à cette protéolyse. Les autolysats sont généralement liquides, assez visqueux, riches en acides aminés libres et en petits peptides. Ils constituent une nourriture idéale pour l'alimentation animale ( **Ravallec-Plé**, 2000).

L'activité des enzymes endogènes permet la maturation de la matière première et l'obtention du produit final. Dans ces mélanges complexes, la présence d'inhibiteurs naturels diminue l'activité des enzymes endogènes. Les vitesses de l'autolyse est alors très lente, la durée des procédés est au minimum de 6 mois (**Roy et Durand**, 1997).

# **Chapitre II**

## **Matériels et méthode**

## II.1 Collecte des coproduits the thon

Dans la présente étude, nous avons utilisé comme échantillons les coproduits du thon rouge (*Thunnus thynnus*). Cette espèce est pêchée et vendue dans la période entre avril et juin. Les thons rouges ont été achetés dans le marché de Mostaganem. Les thons ont été filetés manuellement et à l'issue de cette étape de transformation, les têtes, arrêtes.....etc. (Fig.7), ont été récupérées et transportées vers le laboratoire.



**Figure 07** : présent travail déchets du thon (la tête)

### II.1.1 Homogénéisation

Les coproduits ont été coupé et congelé en petits morceaux, puis décongelé et broyé. Le broyage des coproduits a été réalisé à l'aide d'un Blender (Waring Commercial, USA) pendant environ 10 minutes. Chaque aliquote de 500g a été conservée à -20°C jusqu'à leur utilisation.

## II.2. Matériel enzymatique

L'enzyme utilisée au cours de cette étude est donc la Pepsine fournie par Sigma Aldrich (Steinheim, Allemagne). Il s'agit d'une endopeptidase extraite de la muqueuse gastrique porcine. Elle porte le numéro enzymatique EC. 3.4.23.1.

### II.2.1 Hydrolyse enzymatique

Les hydrolysats sont l'aboutissement de la digestion partielle des protéines par hydrolyse protéolytique. Ils ont alors généralement une bonne digestibilité et une haute qualité nutritive. Dans notre étude, les hydrolysats sont produits sous l'action d'enzymes exogènes (hétérolysats) (Dumay, 2006).

Les coproduits de thon rouge broyées sont diluées avec de l'eau distillée. Elles sont ensuite chauffées à 40°C puis le pH est ajusté à 2 avec de l'Acide chlorhydrique (HCL 2N). 0,5% de Pepsine est ensuite ajouté. L'hydrolyse dure 3 heures, pendant lesquelles le milieu réactionnel est constamment agité et le pH est ajusté à 2 avec de l'HCL 2N. Le degré d'hydrolyse est estimé en fonction de la quantité d'acide ajouté qui est proportionnel au nombre de liaisons peptidiques coupées. Inactiver l'hydrolyse avec NaOH (5N) jusqu'à pH neutre. (Fig. 08)



**Figure 08** : Montage de l'appareil d'hydrolyse enzymatique de thon rouge

### II.3 Préparation de l'isolat protéique (traitement chimique)

L'isolat protéique désigne un produit qui est caractérisé par sa richesse en teneur en protéines avec un faible taux de cendres. La préparation d'un isolat protéique est réalisée par une succession de différentes étapes. Les étapes sont les suivantes :

- **Préparation de la poudre**

- Prendre une quantité de 200 g des coproduits (tête).
- Broyer les déchets pour faciliter l'hydrolyse.

- **Hydrolyse**

- Il s'agit d'une hydrolyse chimique par une solution de NaOH.
- Déposer la poudre dans un bécher, ajouter une solution de NaOH (0.12N) au broyat pour atteindre le pH 12.5 nécessaire pour l'hydrolyse totale de l'échantillon.
- Il faut chauffer le mélange à une température de 70°C pendant 120min pour accélérer l'hydrolyse.

**Remarque :** on peut faire un tamisage pour éliminer les parties de déchets non dégradées

- **Blanchiment**

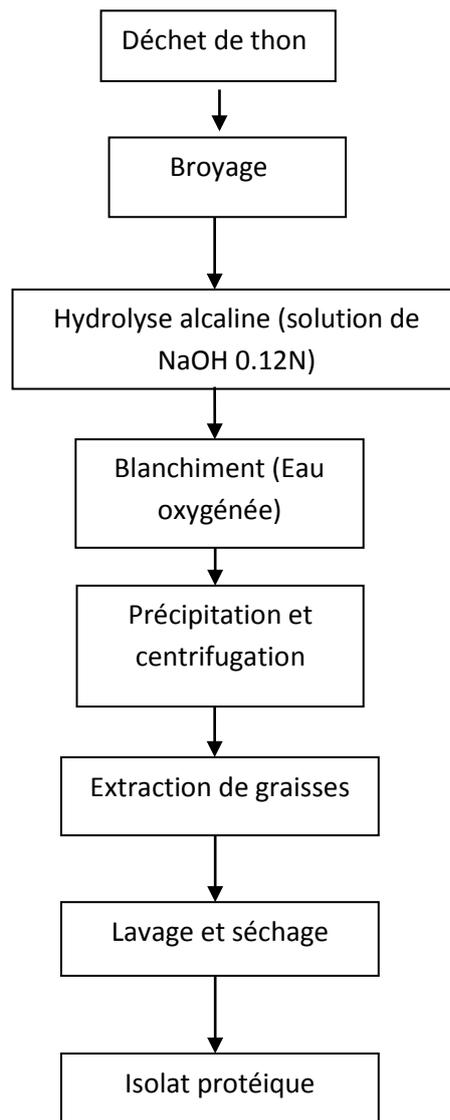
- Généralement, il est réalisé par l'eau oxygène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (pH 3.5 – 4.5), pour atteindre un pH de 11.5
- On doit chauffer à une température faible 50°C pendant 30min (car l'eau oxygénée est sensible à la chaleur élevée).

- **Précipitation et centrifugation**

- la précipitation est faite par l'ajout d'un acide fort (HCL concentré) afin de stabiliser l'action de l'eau oxygénée et pour précipiter les protéines car le pH du milieu devient autour de 4.5.
- Puis, on fait la centrifugation pour séparer le liquide du précipitât.

- **Extraction des graisses**

- A partir du précipitât obtenu, on réalise 2 à 3 essais d'extraction de la matière grasse qui reste dans ce précipitât à l'aide d'une solution de l'isopropanol.
- Cette extraction est facilitée par un chauffage à 60°C pendant 15min pour faciliter la dégradation de la matière grasse.
- L'extraction nous donne un mélange d'un produit solide et de l'huile + isopropanol.
- Donc il faut réaliser une autre centrifugation pour extraire seulement le solide.



**Figure 09 :** Diagramme de la fabrication d'un isolat protéique.

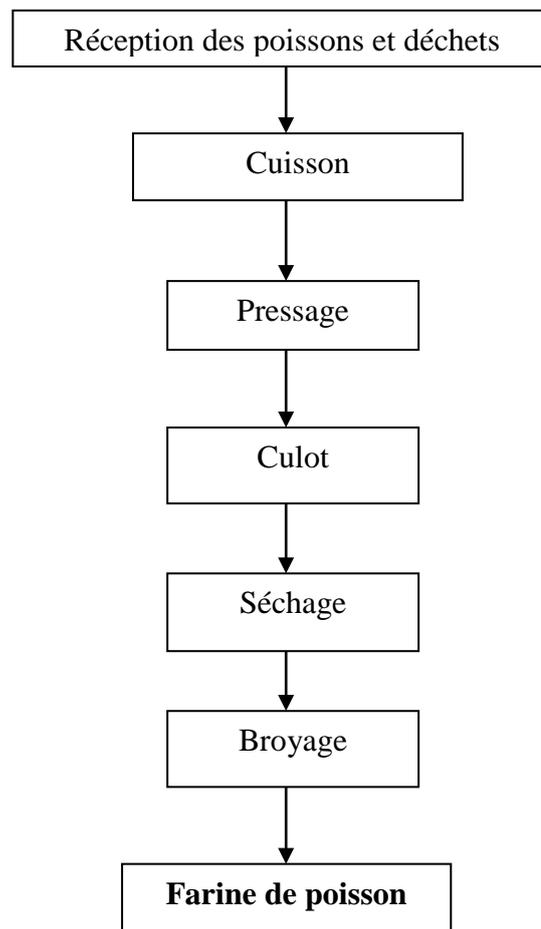
#### II.4 fabrication de la farine de poisson

La plus grande partie de l'huile et des farines sont produites par la méthode de pressage humide. Les principales étapes de ce processus sont décrites ci-dessous.

- Cuisson des poissons pour coaguler les protéines et ainsi libérer l'eau et l'huile qui leur sont liées.
- Pressage du coagulât pour séparer deux phases :

- Une phase solide (le gâteau), contenant 60 à 80% de matière sèche (protéines et matière osseuse) ne contenant plus d'huile.
- Une phase liquide (la « liqueur »), contenant l'eau et le reste des solides (huile, protéines dissoutes ou en suspension, vitamines, minéraux).
- Décantation et centrifugation de la liqueur, pour en retirer la majeure partie des impuretés et garder l'huile brute qui est stockée dans des futs.

L'eau contenant les protéines est concentrée dans des évaporateurs multi-effets et le concentré est intimement mélangé avec le gâteau, qui est ensuite déshydraté généralement dans un sécheur à double-étage. Le matériau sec est moulu sous forme de farine, puis stocké dans des sacs ou en vrac.



**Figure 10** : diagramme de la fabrication de la farine de poisson.

## II.5 Analyses biochimiques

### II.5.1 Dosage de la teneur en eau

La teneur en eau, ou l'humidité contenue dans un aliment est la quantité d'eau perdue par la substance lorsqu'on l'amène en équilibre vrai avec une pression de vapeur nulle (humidité relative égale à 0 %). La teneur en eau d'un échantillon d'aliment s'exprime en % de la masse d'eau rapportée, soit à la masse de matière sèche contenue dans l'échantillon, soit à la masse totale de la matière humide d'échantillon (Fasquel et al, 2000). Le principe de cet dosage de l'humidité c'est pour basé sur le séchage du produit à une température de 105°C pendant 24 heures jusqu'à l'obtention d'un point constant.

La teneur en eau des échantillons est déterminée par dessiccation à l'étuve à 105 °C ± 2°C selon le mode opératoire suivant:

- On a réglé le thermostat de l'étuve à 105°C.
- On a pesé les creusets vides sans l'échantillon
- On a pesé 1g de l'échantillon dans un creuset puis on l'introduit dans l'étuve.(fig. 11)



**Figure 11** : L'étuve avec les creusets.

- Après 24 heures, on retire le creuset et on la place dans le dessiccateur durant une heure et on fait la pesée (P2).

La teneur en eau (l'humidité) de l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$H\% = ((P2 - P3 / (P2 - P1)) * 100$$

H% : teneur en eau (%); P1 : masse en gramme du creuset vide ; P2 : masse en gramme du creuset + la prise d'essai avant le séchage ; P3 : masse en gramme du creuset + la prise d'essai après le séchage.

### II.5.2 Dosage de la teneur en protéines (méthode de Kjeldahl)

La teneur en azote total est déterminée par la méthode de Kjeldahl (Crooke et Simpson (1971). Est la méthode de référence pour la détermination des protéines dans les aliments.

- **Principe de la méthode Kjeldahl:**

L'échantillon est minéralisé à l'aide d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentré en présence d'un catalyseur (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/CuSO<sub>4</sub>, 5/2). L'azote organique est transformé en sulfate d'ammonium ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), et libéré ensuite sous forme d'ammoniac par la soude (NaOH) concentrée (10 M). L'ammoniac fixé par l'acide borique est ensuite titré avec de l'acide sulfurique pure.

### Mode opératoire

#### Minéralisation :

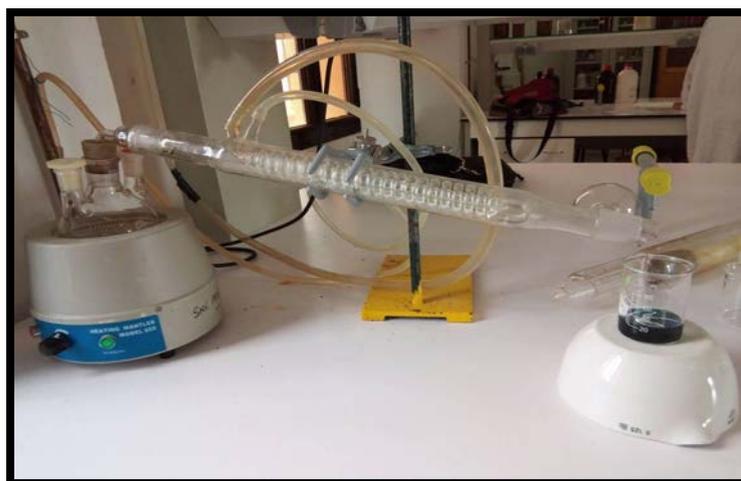
- Peser 0.5 g de l'échantillon et introduire cette prise d'essai dans un tube à minéralisation de Kjeldahl.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique pure et 3g de catalyseur (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub>)
- Chauffer le tube tout d'abord doucement pour éviter le débordement de la mousse.
- Chauffer avec modération, en agitant de temps en temps en tournant jusqu'à carbonisation de la masse et disparition de la mousse, chauffer ensuite plus fort jusqu'à ébullition régulière du liquide, et arrêter le chauffage quand la couleur verte apparaisse.
- Transverse le liquide dans une fiole de 100 ml et ajouter l'eau distillé jusqu'à 100ml.



**Figure 12 :** Le digesteur (Appareil de minéralisation)

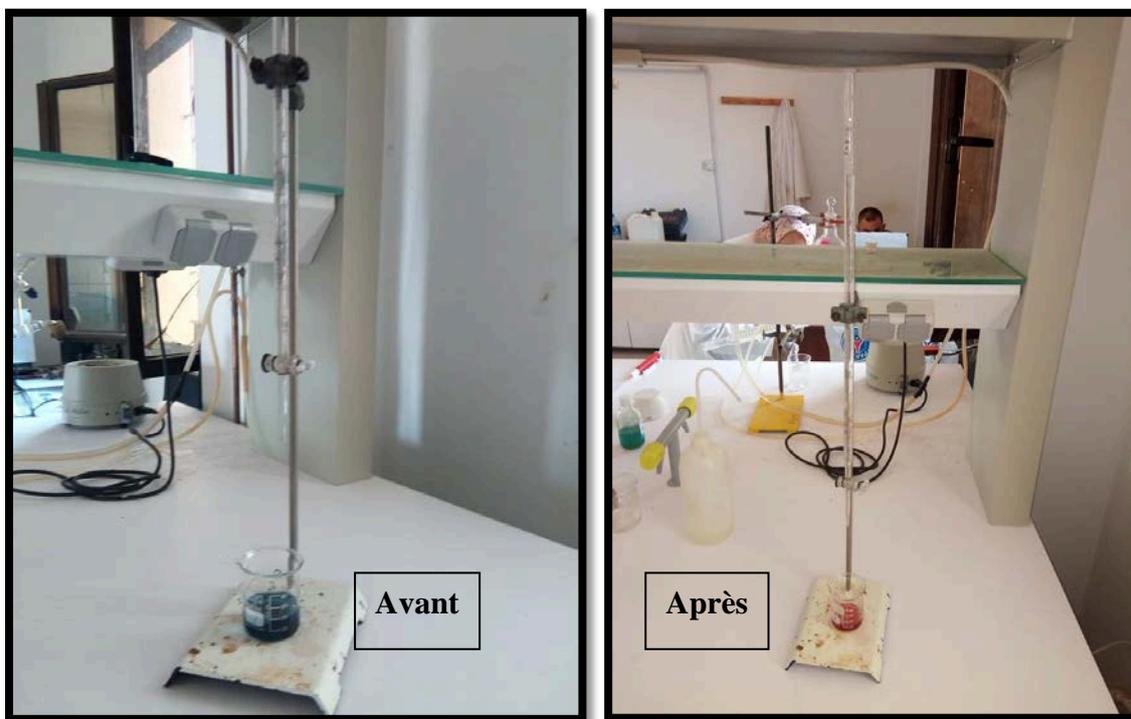
### Neutralisation :

- Prélever un volume  $v$  (20ml) du distillat et vider se liquide dans un ballon à deux col rodés et après on ajoute 50ml de NaOH et fermer immédiatement.
- A l'autre coté le réfrigérant (Fig. 12), on prendre 20 ml de solution d'acide borique à 4% contenant un indicateur coloré (vert de bromocrésol et rouge de méthyle) sont versés. Le bicher est ensuite installé dans l'unité de distillation en prenant bien soin à ce que la tige plonge dans la solution, et lancer le chauffage du ballon pour distiller l'ammoniaque. Ce dernier sera piégé dans l'acide borique qui se coloré en bleu jusqu'à 40ml.



**Figure 13 :** Montage de l'appareil de distillation

Après cette opération ya le titrage. La titration de l'azote par l'acide sulfurique 0.1 N est alors réalisée jusqu'à la couleur de départ (grenade). (Fig11)



**Figure 14** : Titrage par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

La teneur en azote total exprimée en masse du produit est donnée par la formule suivante :

$$N(\%) = 14 * V * N * 100 / M$$

$$P(\%) = 6.25 * N(\%)$$

*N* : la teneur en azote (%); *V* : volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; *N* : normalité de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; *M*: poids des échantillons (mg).

### II.5.3 Extraction des lipides :

Les lipides sont extraits selon la méthode de Soxhlet, est un ingénieux dispositif en verre permettant l'extraction d'une substance. Il est principalement utilisé dans la préparation d'échantillons avant analyse, dans la détermination de matières grasses dans l'échantillon.

#### Mode opératoire

- Peser avec précision 1g de l'échantillon en notant le poids exact dans un papier filtre qui suffira pour l'extraction.
- Placer le papier dans le SOXHLET. (Fig. 15)

- Ajouter 200ml de l'hexane dans le ballon et réglé la température d'un extracteur a 40°C pendant 30min et après on augmenter la température a 60 pendant 3h.
- On prendre le ballon sur la rote a vapeur. (Fig. 15)
- Placer le ballon contenant les lipides à l'étuve pour Sécher et laissez-le refroidir et peser le ballon.



**Figure 15** : Appareil de Soxhlet pour l'extraction des lipides



**Figure 16** : La rota vapeur

La teneur en lipides est calculée selon la formule suivante :

$$L = 100(M2-M1) / \text{prise d'essai } \%$$

*L* : La teneur en lipide % ; *M1* : Le poid du ballon vide avant l'extraction (g) ; *M2* : Le poid du ballon après l'extraction (g).

#### II.5.4 Dosage de la teneur en cendres

La teneur en cendres a été déterminée en incinérant des échantillons dans un four à 900°C, pendant 3 heures.

##### Mode opératoire :

- On pèse le creuset vide, puis on met 1g de la prise d'essai.
- On la place dans le four préalablement chauffé à 900°C, incinéré jusqu'à l'obtention de Cendres blanches ou gris clair (au minimum 3 heures).
- On retire le creuset du four, Le creuset contenant les cendres est alors placé dans un dessiccateur pour retour à température ambiante puis pesé.

La teneur en cendre de l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$C \% = (P3-P1) / (P2-P1) * 100$$

*C* : La teneur en cendre % ; *P1* : Masse du creuset vide (g) ; *P2* : Masse du creuset et de l'échantillon (avant incinération) (g) ; *P3* : Masse du creuset après incinération.

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### III.1 Analyse de la farine de poisson et de l'isolat protéique

Les rendements massiques des différents coproduits préparés à partir de déchets de thon sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 02:** les rendements massique exprimé en (%) pour l'isolat protéique et de la farine de poisson issus du déchet du thon rouge (*Thunnus thynnus*).

	<b>Rendement massique (%)</b>
<b>Isolat protéique</b>	24
<b>Farine de poisson</b>	37

D'après les résultats obtenus, le rendement de l'isolat protéique est un peu faible, il représente seulement 24%, cela peut être dus aux différents étapes de l'extraction de l'isolat protéique et de la manière à manipuler, où il ya eu premièrement une déminéralisation par de l'acide chlorhydrique pur, suivie par une déprotéinisation avec de l'hydroxyde de sodium et un blanchiment par le peroxyde d'hydrogène et en dernière étape, une délipidation répétée par de l'isopropanol. Le mélange a été ensuite centrifugé et le culot obtenu est lavé jusqu'à la neutralité du pH, centrifugé une deuxième fois puis séché à 35°C pendant une nuit. Toute cette manipulation résulte une perte de la masse de l'échantillon traité.

Concernant la fabrication de la farine à partir des coproduits du thon rouge, nous avons obtenu un rendement final de 37%. Ce résultat est légèrement élevé par rapport au rendement obtenu par Ifremer en 1992 par l'usine de transformation du poisson inter pêche (20%).

### III.2 Les analyses biochimiques de la matière première (tête de thon)

Toutes les valeurs des teneurs en eau, cendre, lipide et protéine sont indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau 03 :** Composition biochimique des coproduits de le thon rouge (*Thunnus thynnus*) et Thon jaune (*thunnus albacare*).

	<b>Lipide</b>	<b>Protéine</b>	<b>Cendre</b>	<b>Humidité</b>
<b>Présent travail</b> <i>T. thynnus</i> (Linné, 1758)	26 %	11,87%	29,51	69,15%
<b>Nguyen (2009)</b> <i>T. albacare</i> (Bonnaterre, 1788)	13,5%	14,8%	11,8%	59%

### III.2.1 Analyse de la teneur en lipide

D'après les résultats obtenus, on remarque que le taux de lipide obtenu dans notre échantillon pour les coproduits de thon rouge est deux fois plus élevé de celui obtenu par Nguyen (2009) pour le thon jaune *T. albacare* (26%, 13.5% respectivement).

### III.2.2 Analyse de teneur en protéine

Les résultats obtenus pour le taux de protéines par la méthode de Kjeldahl ont été évalués à 11,87%. Ces derniers sont inférieurs à la valeur obtenue par Nguyen (14,8%) pour les têtes de thon jaune.

### III.2.3 Analyse de teneur en cendre

D'après les résultats de tableau 04, on remarque que la tête de thon rouge (*T.thynnus*) contient un taux très élevé de matières minérales par rapport à celui obtenu chez les têtes de thon jaune (29.51% et 11.8% respectivement).

### III.2.4 Analyse de teneur en eau

A partir du tableau 4, on remarque que les coproduits de notre échantillon présente un taux d'humidité de 69,15%. Alors que la valeur d'humidité pour le thon jaune n'est représentée que par 59% d'eau seulement. Cela est du probablement à l'absorption de quelques molécules d'eau pendant la congélation, car nos échantillons ont été conservés à -20°C avant l'analyse au laboratoire.

### III.3 Les analyse biochimique

Le tableau ci-dessous montre la composition chimique de l'isolat protéique et de l'hydrolysate enzymatique. Deux techniques différentes pour obtenir un concentré protéique à partir des coproduit de thon rouge ont été utilisées : un traitement chimique pour l'isolat protéique et un traitement enzymatique pour l'hydrolysate.

**Tableau 04** : Composition biochimiques exprimé en (%) de l'isolat protéique et hydrolysate enzymatique de thon rouge.

		Humidité	Cendre	Lipide	Protéine
<b>Isolat protéique</b>		3,9	13,66	8	55
<b>Hydrolyse</b>	Surnageant	5,01	9,12	2,97	63
<b>Enzymatique</b>	Culot	25,18	5,89	1,9	7,11

#### III.3.1 Analyse de la teneur en eau

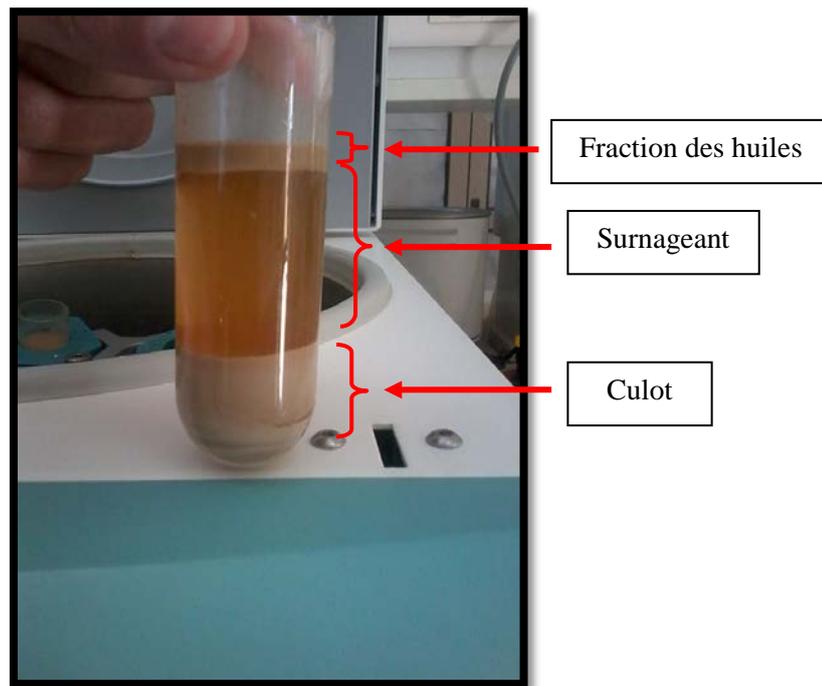
Après lyophilisation de la fraction soluble (surnageant) (Fig.18) et suite au séchage à chaud de l'isolat protéique, la teneur en eau est estimée à 5,01 et 3,9% respectivement. Tandis que le culot de l'hydrolyse enzymatique est de 25,18%, car ce dernier n'a subi aucun séchage après centrifugation (il est caractérisé en état humide).

#### III.3.2 Analyse de la teneur en cendre

D'après nos résultats, l'isolat protéique présente une valeur très élevée en cendres malgré que ce dernier ait été hydrolysé par l'HCl (concentré). Cela indique que la quantité n'était pas suffisante pour extraire tous les minéraux de l'échantillon. Tandis que l'hydrolysate enzymatique présente un taux de cendre plus faible que l'isolat protéique, mais il reste légèrement supérieure à celui obtenu pour le culot (9,12 et 5,89% respectivement).

#### III.3.3 Analyse de la teneur en lipide

Concernant les lipides, la valeur la plus élevée a été obtenue dans l'isolat protéique (8%) par rapport aux deux fractions de l'hydrolyse enzymatique (2,97% pour le surnageant et 1,9% pour le culot). On peut conclure que l'utilisation de l'HCl pour maintenir le pH pendant l'hydrolyse a une grande influence dans la délipidation de l'échantillon, et que l'étape de centrifugation aide aussi à séparer les huiles des deux autres fractions pour ensuite les éliminer facilement. (Fig.17)



**Figure 17** : Les différentes fractions obtenues après centrifugation



**Figure 18** : La poudre de l'hydrolysate protéique obtenue (surnageant) après lyophilisation.

### III.3.4 Analyse de la teneur en protéine

La teneur en protéines s'est distinguée par une très forte concentration pour les deux méthodes employées (hydrolyse chimique ou enzymatique) dont la proportion de protéines est estimée à 55% et 63% respectivement. Contrairement au culot, les protéines non solubles par l'hydrolyse enzymatique présentent un tau faible de 7,11% seulement.

### III.4 Les analyses biochimiques de la farine de poisson

Après les analyses biochimiques des lipides, protéines, cendre et humidité, les valeurs obtenues sont résumées dans tableau suivant :

**Tableau 05 :** Composition biochimiques exprimé en % de la farine de poisson fabriquée des coproduits de thon rouge.

	Lipide	Protéine	Cendre	Humidité
Farine de poisson (Présent travail)	12,4	57,4	8,1	9,67
Farine de poisson (commerciale)	3,6	63	22,3	11

A la lecture de ces résultats Tableau 06, il ressort que la farine de poisson fabriquée à partir de thon rouge (*Thunnus thynnus*) s'avère relativement riches en lipides (12,4%) avec des teneurs moyennes en humidité (9,67%) et en cendres (8,1%). Contrairement à la composition de la farine de poisson commerciale (Ifremer), celle-ci est plutôt riche en protéines et en cendre avec une faible teneur en lipides.

Ce fort enrichissement en lipides de notre farine obtenue peut être du à la méthode et l'outil (appareille) utilisé pendant l'étape de pressage. La fabrication de notre farine de poisson était réalisée d'une manière très simple et traditionnelle (fait maison) (Fig.19).



**Figure 19 :** Un échantillon de la farine de poisson de thon rouge avant broyage.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

Les coproduits marins représentent en moyenne 50 % du poids de la matière première. Ces derniers, constituent les parties de l'animal non consommées par l'humain directement (têtes, arêtes, peaux, coquilles....etc.). Les coproduits sont riches en protéines, lipides, cendre et autres molécules d'intérêt et peuvent être transformés en différents produits : farine de poisson, hydrolysats, huile de poisson.....etc.

La mise en pratique de la méthodologie a permis de procéder à l'analyse des caractéristiques biochimiques des coproduits de thon rouge (*Thunnus thynnus*), et selon les résultats obtenus, plusieurs analyses ont été réalisées : l'hydrolyse enzymatique par une protéase acide ; la fabrication de la farine de poisson à partir de ces coproduits et un traitement chimique pour l'obtention d'un isolat protéique.

La composition biochimique de tout les produits obtenus, nous révèlent que l'isolat, l'hydrolysat (fraction soluble après trois heures d'hydrolyse enzymatique) ainsi que la farine fabriquée, présentent des valeurs importantes en protéines (55 ; 63 et 57,4% respectivement) et proportionnellement pauvre en lipides (13,66 ; 9,12 et 5,89 respectivement).

Ces fractions peuvent être potentiellement valorisables dans le domaine de l'aquaculture afin d'améliorer une bonne qualité d'aliment pour les poissons piscicoles.

# **Références Bibliographique**

## Références bibliographique

---

### C

**CICTA - Mines-Paris Tech, 2017.** La répartition géographique et zone d'habitat de thon rouge.

### D

**Dakar7 ,14 septembre 2017.** Les usines de production de farine de poisson invitées à s'inspirer des bonnes pratiques environnementales.

**Dauksas et al, (2005)** - Characteristics of protein fractions generated from hydrolysed cod (*Gadus morhua*) by-products. *Process Biochem.*, 40: 2021-33.

**Denes, 2006.** Etude comparée de l'effet de deux protéines sur la production d'hydrolysats dotés d'activités antioxydants et anti radicalaire. Mémoire de l'école pratique des hautes études.

**Dumay J. (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.*

### F

**FAO Globefish, 2009.** Fishmeal market report - May 2009.

**FAO Globefish., 2009.** fish oil market report - January 2009.

**FAO., 2008.** Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Département des pêchés et de l'aquaculture de la FAO – Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture Rome, 2008.

**Fasquel et al, 2000.** Activité technologique en biochimie – tome les méthode d'analyse, 2<sup>ème</sup> Ed sceren, PP : 15-16-103-105.

### G

**Gildberg et al, (2002)** - Utilisation of cod backbone by biochemical fractionation. *Process Biochem.*, 38: 475-80.

## Références bibliographique

---

### H

**Hoyle N.T., Merritt J.H. (1994)** - Quality of fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). *Food Sci.*59(1): 76-9.

### I

**Ifremer, 2008.** La farine de poisson et autres produits d'origine aquaculture du site web aquaculture.

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

### J

**Je et al. (2007)** - Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process.*

### K

**Karel P. et C., 1987.** Poisson, « La nature à livre ouvert », ed. Gründ, Paris, 304p.

### L

**Louisy P., 2005,** Guide d'identification des poissons marins, Europe et méditerranée, (2ème édition mise à jour), ed. Ulmer, 430p.

**Luther W., Fiedler K., 1965,** Guide de la faune sous- marine des cotes méditerranéennes , « Les guides du naturaliste », ed. Delachaux & Niestle, 270p.

### M

**Marine biologie, 2007.** Partial Replacement of Fishmeal by Lyophilized Powder of the Microalgae *Spirulina platensis* in Pacific White Shrimp Diets *The Open Marine Biology Journal*, 2007, 1: 1-5.

### Q

**Quéro J-C., Vayne J-J., 1997,** les poisson de mer des pêches françaises, « Les encyclopédies du naturaliste », ed. Delachaux & Niestle, 304p.

## Références bibliographique

---

### R

**Ravallec - Plé, 2000.** Influence of the hydrolysis process on the biological activities of protein hydrolysates from cod (*Gadus morhua*) muscle

**Roy P., Durand P. (1997)** - Les enzymes dans la fabrication d'aliments à base de produits de la mer. In Larreta-Garde (Eds). *Enzymes en agroalimentaire. Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 95-120.*

### S

**Soyiri I.N., Tano-Debrah K., Amoa-Awuah W.A. (2003)** - Physico-chemical and quality characteristics of fish sauce produced from tuna processing wastes. *2nd International Wokshop. Food-based approaches for a healthy nutrition. Ouagadougou, 23-28/11/2003.*

### W

**Weinberg S., 2007,** découvrir le méditerranée, ed. Nathan nature, 352p.