

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

**Gaham Hafsa et Hamecherif Amira**

Pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

En Hydrobiologie Marine et Continentale

**Spécialité : Ressources Halieutiques**

## Extractions des huiles indispensables à partir d'un poisson Bleu scombridé

Soutenu publiquement le 23/09/2024

DEVANT LE JURY

Président	M <sup>me</sup> TERBECHE M.....	M.C.B. Mostaganem
Examinateur	M <sup>me</sup> BILLAMI M... ..	M.A.A. Mostaganem
Encadreur	M <sup>me</sup> CHIKH DJAOUTSI. D.....	M.C.B. Mostaganem

ANNÉE 2023 /2024

## ***Remerciements***

*Nous tenons tout d'abord à remercier Allah, le Tout-Puissant, qui nous a éclairé sur le chemin du savoir et nous a donné le courage et la volonté d'effectuer ce travail.*

Nous remercions notre encadreur, **M<sup>me</sup> CHIKH DJAOUTSI. D,**  
*Qui a accepté de nous encadrer pour nous avoir toujours soutenue, conseillée et guidée.*

Nous remercions également **M<sup>me</sup> TERBECHE. M** qui a accepté  
présider ce Jury

Nos sincères remerciements vont également à **M<sup>me</sup> BILLAMI. M**  
pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre famille,  
notamment nos parents pour leur contribution, leur collaboration et  
leur soutien, sans oublier la patience dont ils ont fait preuve tout au  
long de notre cursus et leur encouragement.

Finalement, nous remercions vivement tous les enseignants  
du département des sciences de la Mer et de l'Aquaculture,  
et tous ceux et celles qui ont participés de près ou de loin à  
l'élaboration de ce travail.

## *Dédicaces*

Je dédie ce précieux travail aux êtres les plus chers au monde, à qui je témoigne mon amour.

C'est de vous dont je parle, très chers parents.

Merci **mon père** pour tous tes efforts consentis pour ma réussite. Tu as mis tout ce que tu possédais pour m'apprendre le sens de l'honneur, de la dignité, de la morale, et du travail bien fait

**Ma mère**, j'ai enfin compris ton combat, tes paroles incessantes qui avaient pour but ma réussite et mon épanouissement. J'espère être à la hauteur et ne jamais te décevoir. Que Dieu te prête longue vie afin que tu puisses savourer avec moi les fruits de tes sacrifices.

À mon encadreur M<sup>me</sup> CHIKH DJAOUTSI. D pour m'avoir dirigé dans ce travail de recherche et m'avoir fait bénéficier de son expérience et de ses précieux conseils.

À **mes frères** et **sœurs**, et à toute la famille.

**Mon cher neveu Abdelrahmane Kossay,**

Petit trésor, tu es une source de joie et de bonheur dans nos vies. Que chaque sourire que tu offres illumine ton avenir, et que tu grandisses entourer d'amour et de sagesse.

À tous mes amis Fatiha, Amel, Asmaa qui m'ont toujours soutenu et tous mes amis de la Promotion 2024.

Sans oublier mon binôme avec qui j'ai élaboré mon projet de fin d'études. Et enfin, à tous ceux qui m'apprécient à ma juste valeur.

**Hafsa**

## *Dédicaces*

Avec l'aide d'Allah, le Tout-Puissant, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

### **À MES TRÈS CHERS PARENTS**

Aucune phrase, aucun mot ne saurait exprimer à sa juste valeur le respect

Et l'amour que je vous porte.

Sans vos précieux conseils, vos prières, votre générosité et votre dévouement,

Je n'aurais pu surmonter le stress de ces longues années d'étude.

Vous êtes pour moi l'exemple de droiture, de lucidité et de persévérance.

À travers ce modeste travail, je vous remercie et prie Dieu, le Tout-Puissant,

Qu'Il vous garde en bonne santé et vous procure une longue vie pour

Que je puisse vous combler à mon tour.

A mon cher Mari

### **À MES SŒURS**

A mes petits-enfants Yazan et Adem

### **À TOUTE MA FAMILLE *HAMECHERIF***

### **À TOUS *MES ENSEIGNANTS***

Du primaire, secondaire, et de la faculté de biologie.

### **À MES CHERS AMIS ET COLLÈGUES**

À tous les moments que nous avons passés ensemble, à tous nos souvenirs !

Je vous souhaite à tous une longue vie pleine de bonheur et de prospérité.

**À MON BINÔME Hafsa Avec** qui j'ai élaboré mon projet de fin d'études.

Et enfin, à tous ceux qui m'apprécient à ma juste valeur.

**Amira**

## Resumé

Cette étude porte sur l'extraction des huiles à partir du poisson Blue Scombridés en utilisant deux méthodes : l'extraction par pressage et la méthode Soxhlet. Les deux techniques ont été évaluées pour déterminer leur efficacité et la qualité des huiles extraites.

Les résultats montrent que les huiles obtenues par les deux méthodes présentent des caractéristiques conformes à celles des huiles disponibles sur le marché. Les analyses physico-chimiques, y compris l'indice de réfraction, l'acide de peroxyde, la densité, ainsi que les tests sensoriels tels que l'odeur, la couleur et l'apparence, ont toutes confirmé la conformité des huiles. De plus, le test de spectroscopie infrarouge a également révélé des résultats conformes.

Ces analyses ont été réalisées au laboratoire privé Afak à Oran. Les résultats indiquent que les huiles extraites, qu'elles proviennent du pressage ou de la méthode Soxhlet, répondent aux normes de qualité et sont adaptées pour une utilisation sur le marché.

**Mots-clés :** *Extraction des huiles Pressage, Méthode Soxhlet, Indice de réfraction, Densité, Tests sensoriels*

---

## Abstract

This study focuses on the extraction of oils from Blue Scombridae fish using two methods: pressing and the Soxhlet method. Both techniques were evaluated to determine their efficiency and the quality of the extracted oils.

The results show that the oils obtained by both methods have characteristics consistent with those of commercially available oils. Physicochemical analyses, including refractive index, peroxide value, density, as well as sensory tests such as odor, color, and appearance, have all confirmed the conformity of the oils. Additionally, infrared spectroscopy testing also revealed compliant results.

These analyses were conducted at the private laboratory Afak in Oran. The results indicate that the extracted oils, whether from pressing or the Soxhlet method, meet quality standards and are suitable for market use.

**Keywords:** *Oil Extraction, Pressing, Soxhlet Method, Refractive Index, Density, Sensory Tests*

---

## ملخص

تركز هذه الدراسة على استخراج الزيوت من سمك سكامبريد الأزرق باستخدام طريقتين: الضغط وطريقة سوكلت. تم تقييم كلا الطريقتين لتحديد كفاءتهما وجودة الزيوت المستخلصة.

تظهر النتائج أن الزيوت التي تم الحصول عليها باستخدام الطريقتين تتمتع بخصائص تتوافق مع تلك الموجودة في الزيوت التجارية المتاحة في السوق. التحاليل الفيزيائية الكيميائية، بما في ذلك مؤشر الانكسار، قيمة البيروكسيد، الكثافة، بالإضافة إلى الاختبارات الحسية مثل الرائحة، اللون، والمظهر، أكدت جميعها تطابق الزيوت. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت اختبارات الطيفية بالأشعة تحت الحمراء أيضًا نتائج مطابقة.

تمت هذه التحاليل في مختبر أفاك الخاص في وهران. تشير النتائج إلى أن الزيوت المستخلصة، سواء باستخدام الضغط أو طريقة سوكلت، تلي معايير الجودة وتناسب الاستخدام في السوق.

**الكلمات الرئيسية:** *استخراج الزيوت، الضغط، مؤشر الانكسار، الكثافة، الاختبارات الحسية سوكلت*

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## **CHAPITRE I : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES**

I. Généralités sur les scombridés .....	4
I.1. Taxonomie des scombridés .....	4
I.2. Description de l'espèce étudiée .....	6
I.3. Biologie du maquereau espagnol <i>Scomber japonicus</i> .....	8
I.4. Répartition géographique .....	8
I.5. Qualité nutritionnelle .....	10
I.6. Les engins de pêche du maquereau .....	10
I.7 Procèdes d'extraction des huiles .....	11
I.7.1. Historique de la découverte .....	11
I.7.2. Méthodes d'extraction d'huile de poisson .....	12
Les méthodes traditionnelles .....	12
Les méthodes d'extraction avancées .....	12
I.7.3. Généralités sur les lipides extraites des poissons .....	14
I.7.4. Les huiles de poissons .....	15
I.7.5. Méthodes d'extraction des lipides .....	15
A. Extraction chimique .....	16
1) Extraction analytique des lipides par solvants organiques .....	16
2) Extraction après hydrolyse .....	17
3) Extraction sans solvants .....	17
B. Extraction enzymatique .....	18
I.7.6. Extraction industrielle des huiles de poisson .....	19
1. La méthode de Soxhlet .....	19
2. Description de la méthode .....	20

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

I. Échantillonnage et traitements au laboratoire .....	22
II. Mensurations et pesées .....	22
II.1 Détermination de la taille (longueur) .....	23
II.2. Détermination du poids totale .....	24
II.3 Le matériel utilisé .....	24

a. Matériel pour enlever la chair des poissons .....	24
b. Matériel de la filtration sous vide .....	24
c. Matériel de la décantation .....	25
d. Appareillages .....	25
A. L'extraction par pressage .....	26
A.1 Nettoyage et découpage .....	26
A.2 Stockage de l'huile .....	26
B. Méthode d'extraction Soxhlet .....	27
B.1 Matériel nécessaire .....	27
1. Procédure d'extraction .....	28
2. Analyses physico-chimiques de l'huile .....	29
1/ Indice de réfraction .....	29
2/ Détermination de l'indice d'acide (ISO NA 273/1989) .....	30
3/ Densité .....	30
4/ Indice de peroxyde (IP) (ISO 274/1989) Principe .....	30
5/ Etude macroscopique des huiles .....	31
A. Détermination de la couleur .....	32
B. Détermination de l'Apparence de l'huile de Poisson .....	33
C. Détermination de l'odeur de l'huile de Poisson .....	33

### **Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION**

III.1- Rendement de l'extraction des huiles de Maquereau .....	34
III.2- Résultats des Analyses Physico-chimiques .....	38
III.3- Caractérisation des huiles de Maquereau par infra-rouge .....	39
CONCLUSION .....	40
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	42
ANNEXES .....	<b>45</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1 :</b> Le maquereau <i>Scomber japonicus</i> (Walbaum, 1792).....	7
<b>FIGURE 2 :</b> Carte de distribution de <i>Scomber japonicus</i> (Hernández et al.,2001) .....	9
<b>FIGURE 3.</b> Obtention d'huile et de farine de poissons (Source IFFO) .....	14
<b>FIGURE 4 :</b> Huiles de poisson sous formes gélules (Lozachmeuret, 2008).....	16
<b>FIGURE 5 :</b> Représentation schématique d'un extracteur de Soxhlet. ....	20
<b>FIGURE 6:</b> Mensuration de Maquereau.....	23
<b>FIGURE 7:</b> Mesure du poids total de Maquereau.....	24
<b>FIGURE 8.</b> Matériel pour enlever la chair des poissons.....	25
<b>FIGURE 9 :</b> Étapes de nettoyage et découpage des poissons maquereaux Kavalia .....	26
<b>FIGURE 10 :</b> Pesage des poissons avec un grammage de 165.7-149.9 g par unité. ....	27
<b>FIGURE 11 :</b> Cuisson des poissons sur une plaque plate à 90°C .....	28
<b>FIGURE 12 :</b> Extraction de l'huile brute de poisson par filtration.....	29
<b>FIGURE 13:</b> Schéma du protocole complet d'extraction de l'huile brute de poisson par pressage .....	32
<b>FIGURE 14:</b> Extracteur Soxhlet. (El kalamouni, 2010). ....	33
<b>FIGURE 15 :</b> la quantité d'huile extraites par les deux méthodes .....	38
<b>A :</b> huile de poisson extraite par Soxhlet	
<b>B :</b> huile de poisson extraite par pressage	
<b>FIGURE 16:</b> Spectre IR de l'huile de Maquereau .....	39

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1</b> : Classification taxonomique des Scombridae.....	5
<b>Tableau 2</b> : Clé de détermination des scombridés.....	5
<b>Tableau 3</b> : Rendements Massiques d'Huile de Poisson Obtenue à partir deux méthodes d'extraction différentes.....	35
<b>Tableau 4</b> : résultats des paramètres chimiques des huiles de tables.....	36

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**Kg** : Kilogramme

**%** : Pourcentage

**Cm** : Centimètre.

**°C** : Degré(s) Celsius.

**m** : Mètre

**g** : Gramme

**CPS** : Secrétariat général de la Communauté du Pacifique

**EPA** : Acide eicosapentaénoïque

**DHA** : Acide docosahexaénoïque

**h** : Heure

**mn** : Minute

**NaCl** : Chlorure de sodium

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

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

**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**ml** : Millilitres.

**pH** : Potentiel hydrogène

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

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

---

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

## Introduction

Les ressources halieutiques en Algérie représentent un potentiel économique considérable, caractérisé par une façade maritime de plus de 1280 Km de côtes et une surface maritime sous juridiction nationale offrant près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche (MRPH, 2001).

Les poissons bleus, parfois désignés sous le nom de poissons gras, sont une catégorie de poissons marins qui se distinguent par leur haute teneur en matières grasses, généralement représentant 5 jusqu'à 20 % de leur poids total. (Najeh et *al.*, 2016).

Cette graisse est principalement stockée dans leurs muscles et leur foie. Nous avons choisi le poisson le plus accessible par la population de l'ouest algérien qui est le maquereau qui est un poisson gras présentant une excellente source d'acides gras oméga-3.

Les poissons sont connus pour leur périssabilité élevée en raison de leur richesse en protéines et en matières grasses par rapport à d'autres produits d'origine animale, ce qui limite leur durée de conservation, même lorsqu'ils sont réfrigérés à des températures basses (Tomac et *al.*, 2014)

L'extraction de l'huile de poisson revêt une importance capitale dans le domaine de l'alimentation et de la pharmacie. Elle est principalement produite à partir de poissons gras tels que le maquereau, le saumon, le hareng et la sardine, et elle est riche en acides gras oméga-3. En général, ce processus complexe comprend plusieurs étapes, telles que la sélection des poissons, la préparation, l'extraction spécifique et la purification de l'huile. L'huile de poisson qui en découle est couramment employée dans les suppléments alimentaires, les médicaments et l'industrie alimentaire en raison de ses nombreux avantages pour la santé.

Dans ce contexte, notre étude se concentre sur l'extraction d'huile à partir de poissons maquereaux. Notre but de notre travail est d'optimiser l'extraction d'une plus grande quantité de substance grasse en utilisant un volume fixe de solvant.

Dans ce contexte, notre étude se concentre sur l'extraction d'huile à partir de poissons maquereaux.

Le présent travail est reparti en trois chapitres :

1. Le premier chapitre comporte un rappel bibliographique sur les scombridés et sur l'extraction des huiles
2. Le second chapitre a été consacré aux matériel et méthodes utilisées pour extraire les huiles de la chair maquereau.
3. Dans le troisième chapitre, les résultats obtenus et la discussion ont été présentés

## **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

---

Enfin, une conclusion a été établi sur l'ensemble des résultats obtenus au cours de ce travail par rapport aux objectifs fixés.

# **CHAPITRE I : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES**

### I. Généralités sur les scombridés

La ressource halieutique de l'Algérie est très importante, avec une côte de 1 622 km. De 2013 à 2017, le ministère de la pêche et des ressources halieutiques a enregistré une production nationale de 140 000 tonnes. Nous sommes parmi les poissons pêchés et vendus.

Pour ce travail nous avons choisi d'étudier un poisson Blue *Le maquereau* de la famille scombridés.

Les Scombridés, plus communément appelés scombridés, sont une famille de poissons osseux perciformes marins de haute mer qui ont un corps fuselé, deux nageoires dorsales et une série de petites fausses nageoires derrière la première dorsale et la nageoire anale.

Les Scombridés sont très grands, rapides et populaires en raison de leur grande capacité d'adaptation à une vie pélagique et nomade. Les corps de ces animaux sont conçus pour optimiser la nage, et les thons ont même un système d'échange de chaleur vasculaire qui permet une nage prolongée dans des eaux plus froides. Les petits maquereaux résident généralement plus près du rivage, tandis que d'autres maquereaux, thons et bonites s'aventurent dans les eaux plus profondes, souvent selon de vastes schémas migratoires (Christian M,2024).

Ce sont majoritairement des prédateurs épipélagiques rapides et puissants. Certaines espèces s'approchent des eaux côtières, d'autres vivent loin du rivage.

#### I.1 Taxonomie des scombridés



La famille Scombridae est composée de deux tribus, subdivisées en 15 genres et 49 espèces<sup>2</sup>. Les Scombridés peuvent être trouvés partout dans le monde dans les mers tropicales et subtropicales, de nombreuses espèces voyageant périodiquement dans les eaux tempérées fraîches (Kenneth,2006).

# Chapitre I : Rappels bibliographiques




**Tableau 1 :** Classification taxonomique des Scombridae

Classification taxonomique
DOMAINE: <b><u>Eucaryota</u></b>
RÈGNE: <b><u>Animalia</u></b>
SOUS-RÈGNE: <b><u>Eumetazoa</u></b>
INFRA-RÈGNE: <b><u>Deuterostomia</u></b>
EMBRANCHEMENT: <b><u>Chordata</u></b>
SOUS-EMBRANCHEMENT: <b><u>Vertebrata</u></b>
SUPER-CLASSE: <b><u>Osteichthyes</u></b>
CLASSE: <b><u>Actinopterygii</u></b>
SOUS-CLASSE: <b><u>Neopterygii</u></b>
INFRA-CLASSE: <b><u>Teleostei</u></b>
SUPER-ORDRE: <b><u>Acanthopterygii</u></b>
ORDRE: <b><u>Scombriformes</u></b>
SOUS-ORDRE: <b><u>Scombroidei</u></b>
FAMILLE: <b><u>Scombridae</u></b>

**Tableau 2 :** Clé de détermination des scombridés.

Espèces	Caractéristique morphologique	
<i>Auxis rochei</i> : Auxide <b>(Risso, 1810)</b>	Sept à neuf pinnules.	
<i>Euthynnus Alletteratus</i> : Thonine <b>(Rafinesque, 1810)</b>	Région dorsale avec bandes irrégulière, dents petites, des tâches ocellées au-dessous des pectorales, leur nombre est variable.	

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

<i>Scomber scombrus</i> : Maquereau commun (Linneaus, 1758)	Dix à quinze rayons à la première dorsale, dos marqué par des bandes irrégulières.	
<i>Scomberomorus commerson</i> (Lacepède, 1800).	Dix à quinze rayons à la première dorsale, dos marqué par des bandes irrégulières	
<i>Scomber Japnicus</i> : Maquereau commun (Linneaus, 1758).	Le maquereau du Pacifique mesure environ 30 cm en moyenne (mais avec une taille maximale de 64 cm reconnue). Il a de grands yeux positionnés de chaque côté de la tête et une mâchoire inférieure prononcée	

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

Présentation de l'espèce cible : *Le maquereau Scomber japonicus*.

**Position systématique :**

Classe : *Actinopterygii*

Ordre : *Perciformes*

Sous ordre : *Scombroidei*

Famille : *Scombridae*

Sous famille : *Scombrinae (Thonidés)*

Genre : *Scomberfigure : Maquereau espagnol (Scomberjaponicus)*

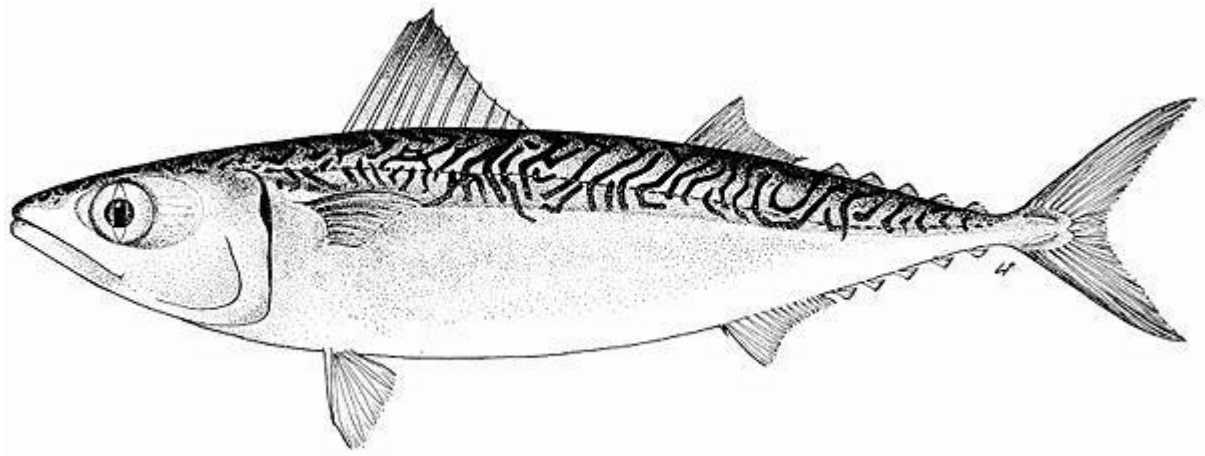
Espèce : *Scomberjaponicus (Houttuyn, 1782)*

**Noms vernaculaires (FAO):**

Anglais : *Chubmackerel,*

Espagnol : *Estornino,*

Français : *Maquereau espagnol.*



**FIGURE 1 :** Le maquereau *Scomber japonicus* (Walbaum, 1792).

Le maquereau est, comme tous les scombridés, un poisson pélagique ou semi pélagique, fort, rapide et combatif. Il se déplace sur le sol en formant des bancs. Il s'agit d'un poisson dont le corps est long et fusiforme. Elle a le dos d'un bleu vert, avec des raies noires, et le ventre d'un blanc argenté. Ses deux nageoires dorsales sont assez éloignées, il a également des traces de nageoires, connues sous le nom de pinnules. Elle a une queue très échancrée (Jean-François, 2023).

- La tête est longue, assez haute et pointue ; les mâchoires sont égales et les yeux beaucoup plus grands que chez l'espèce précédente, d'où l'appellation de *Macrophthalmus* (gros œil).
- Elle mesure environ 30 cm en moyenne (mais avec une taille maximale de 64 cm reconnue), a de grands yeux positionnés de chaque côté de la tête et une mâchoire inférieure prononcée.
- Le corps est allongé et fusiforme, modérément comprimé dans quelques genres. Le nez est pointu, les prémaxillaires en forme de bec, indépendantes des os nasaux qui sont séparés par l'os ethmoïdal.
- La bouche est grande, les dents implantées dans des mâchoires plus ou moins fortes.
- Les deux nageoires dorsales sont séparées et contenues dans des cannelures avec 5-12 petites nageoires derrière la seconde dorsale et la nageoire anales.
- Fortes marques sombres sur le dos, d'orientation oblique à presque droite.
- Ventre non marqué, de couleur argent à bleu métallique.
- La queue est profondément fourchue, ce qui permet de traverser l'eau rapidement.

- *Scomber japonicus* peut vivre jusqu'à 18 ans à l'état sauvage. En moyenne, les maquereaux du Pacifique vivent entre 13 et 15 ans. Ils grandissent rapidement et peuvent se reproduire dès l'âge de 4 ans.

### **I.3 Biologie du maquereau espagnol *Scomber japonicus***

Le maquereau espagnol est une espèce de maquereau épipelagique ou mésopélagique qui se trouve dans tous les fonds depuis les côtes jusqu'à 300 mètres profonds. Il réside dans des ensembles de poissons de même taille et effectue de grandes migrations saisonnières. La saison de reproduction est de juin à août et elle se nourrit de petits poissons pélagiques, notamment d'anchois, de Clupéidés et d'invertébrés pélagiques (Hunter et Kimbrell, 1980). Il se trouve dans la pente continentale de la surface à la profondeur de 300 m et atteint ses niveaux les plus profonds pendant la journée. Le maquereau entreprend des migrations saisonnières entre les zones d'alimentation et de frai. Cette espèce est d'une grande importance pour les pêcheries du monde entier. (Collette et Nauen, 1983) La reproduction s'étale de juin à août, se nourrissant de petits poissons pélagiques, particulièrement d'anchois, de Clupéidés et d'invertébrés pélagiques (Hunter et Kimbrell, 1980).

La durée maximale enregistrée est de 18 ans. Il s'agit d'un animal grégaire formant un bas-fond très vaste composé d'individus de la même taille de 3 cm de long. Il a la possibilité d'établir des colonies mixtes avec d'autres espèces telles que *Sarda chiliensis*, *Trachurus symmetricus* et *Sardinops sagax*, par exemple. Les adultes sont à proximité du fond pendant des heures pendant la journée, donc la nuit, ils se déplacent dans les eaux libres pour se nourrir. En hiver, les bancs se déplacent dans les eaux plus profondes, où ils restent inactifs (Hwang, H et *al.*, 2008).

Ce poisson vit en Méditerranée et dans presque tout l'Atlantique nord, de l'Irlande jusqu'aux Açores, en zone tropicale (le Sénégal et la Mauritanie) aux côtes Atlantiques Marocaines et européennes en zone pélagique côtière de 15 à 35 m de profondeur.

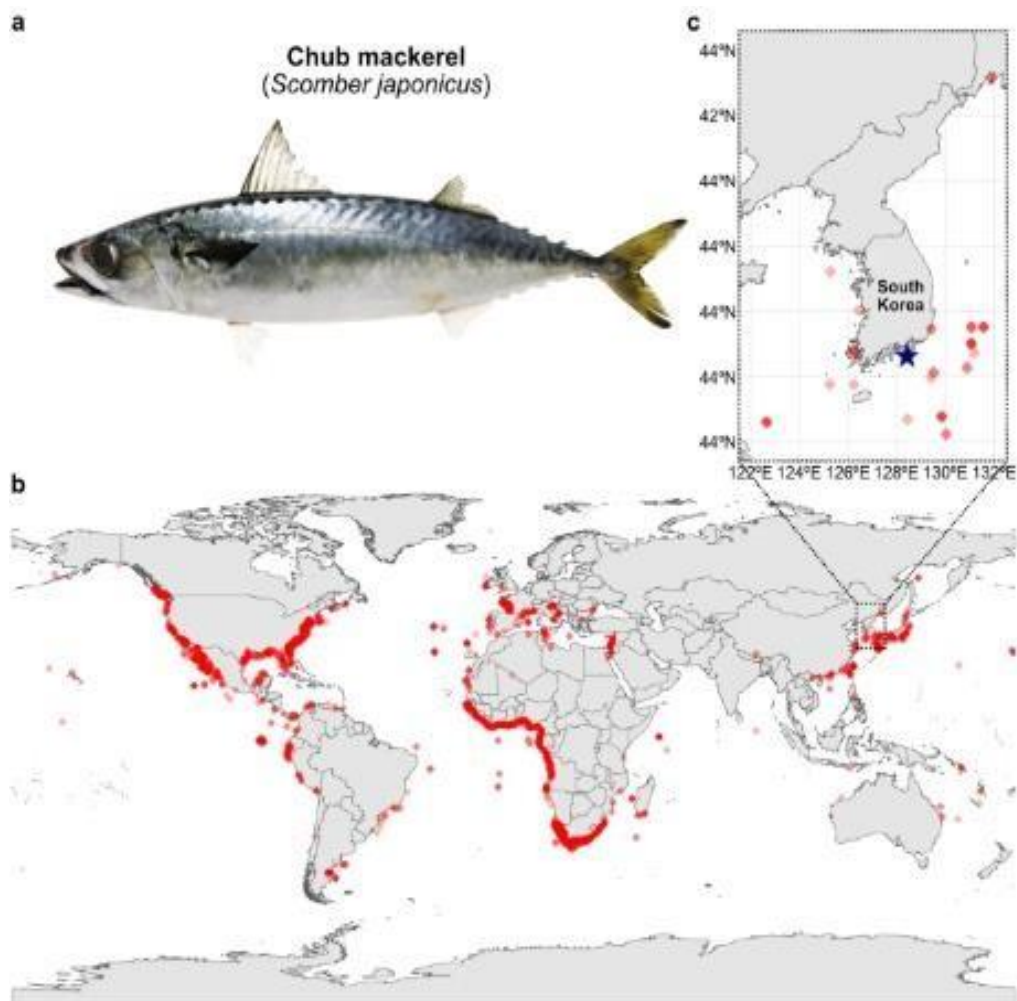
### **I.4 Répartition géographique**

Le maquereau est un poisson pélagique qui vit en pleine eau. Il est abondant dans les zones côtières pendant les mois chauds de printemps et d'été. Les juvéniles parfois peuvent

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

s'approcher des ports côtiers et même fréquenter les estuaires. En hiver, il migre vers les eaux plus au sud.

Il ne possède pas de vessie natatoire, ce qui signifie qu'il doit nager continuellement pour éviter de couler<sup>1</sup>. Grâce à sa forme aérodynamique et à sa nageoire caudale puissante, le maquereau peut se déplacer rapidement. Le maquereau chasse surtout sous la couche superficielle des eaux à la recherche des proies : invertébrées pélagiques, petites sardines et anchois, les petits calmars et même ses petits congénères. Il se retrouve en Atlantique Nord dans une zone allant de Saint Pierre et Miquelon incluant l'Islande et du nord de la Norvège jusqu'au Maroc. Il est également présent en Méditerranée et en mer Noire (Hollowed, 1992).



**FIGURE 2** : Carte de distribution de *Scomber japonicus* (Hernández et al.,2001) .

Ces poissons migrent constamment au cours de leur cycle de vie. En été, ils migrent vers le nord et en hiver, vers le sud. Ils voyagent également vers les côtes et au large. Les maquereaux de

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

---

L'Indopacifique sont plus courants sur les côtes de juillet à novembre et plus courants au large de mars à mai.

Le maquereau du Pacifique vit dans les mers tempérées et tropicales. Habituellement, il se trouve dans des eaux dont la température varie de 10 à 22 °C.

Les poissons ont tendance à rester à moins de 30 km des eaux côtières du littoral. Il se déplace rarement dans la région mésopélagique. Les poissons juvéniles restent très proches de la côte.

### I.5 Qualité nutritionnelle

La matière grasse correspond à 3,2 %, les poissons gras (maquereau, hareng, saumon.) fournissent aussi d'excellents acides gras essentiels polyinsaturés riches en acides gras essentiels (EPA et DHA), dont les Oméga 3. Le maquereau apporte aussi de nombreux nutriments (Sidhu, 2003) :

- ✚ Comme la vitamine D (Les acides gras qui participe à la fixation du calcium sur les os).
- ✚ La vitamine B6 (fonctionnement du système nerveux, métabolisme des acides aminés).
- ✚ La vitamine B3 (production d'énergie, fonctionnement du système nerveux et entretien de la peau).
- ✚ La vitamine B12 (synthèse des globules rouges et des protéines).
- ✚ L'iode (synthèse des hormones thyroïdiennes).
- ✚ Du phosphore (fonctionnement des membranes cellulaires, métabolisme énergétique, entretien des os et des dents).
- ✚ Du potassium (fonctionnement des muscles, des neurones et de la pression artérielle) et du sélénium, qui joue un rôle antioxydant.

Le maquereau est riche en oméga-3, des acides gras polyinsaturés qui favorisent le bon fonctionnement du système cardiovasculaire. Il offre également d'excellentes teneurs en vitamines du groupe B, vitamine D, sélénium et fer. Une consommation régulière et modérée de maquereau contribue donc à l'entretien de la masse musculaire et à la prévention des maladies cardiovasculaires.

### I.6 Les engins de pêche du maquereau

La pêche au maquereau utilise différents types d'engins pour capturer ce poisson, selon la taille de la pêcherie, les techniques utilisées et l'environnement de pêche (Kadari, 1984).

Le maquereau est pêché par :

**-Filet maillant dérivant :**

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

---

Les filets utilisés sont, en général, de même conception, mais différents sur le plan du montage, de la longueur, et ce, en fonction du type de navire utilisé. On distingue le lamparo (en voie de disparition (Kadari, 1984).

- **Chaluts** : Les chaluts pélagiques sont des navires d'une jauge brute comprise entre 25 et 100 tonneaux, utilisent les arts traînants sur des profondeurs allant de 50 à 500 m sur des fonds non accidentés ( Mouffok, 2008).

- **Les barques de pêche** : sont des embarcations utilisées par les pêcheurs, souvent artisanaux, pour capturer du poisson en mer ou dans les eaux intérieures.

### I.7 Procèdes d'extraction des huiles

L'extraction de l'huile de poisson est un processus industriel qui permet d'obtenir une huile riche en acides gras oméga-3 à partir de tissus de poissons gras. Cette huile est ensuite utilisée dans divers domaines, notamment l'alimentation humaine, l'aquaculture et l'industrie pharmaceutique

#### I.7.1 Historique de la découverte

L'extraction des huiles de poisson est une pratique ancienne qui remonte à des milliers d'années, notamment dans les régions côtières où la pêche était une activité essentielle pour la subsistance des communautés (Mohsen Montazer et *al.*,2022).

L'approvisionnement en matières premières de qualité est une étape essentielle de la production d'huile de poisson, une étape qui doit assurer la traçabilité et la préservation des espèces. Dans le passé, les méthodes de fabrication de ces huiles étaient principalement adaptées à la nature de la matière première, c'est-à-dire des poissons entiers ou des parties comme la tête, le foie ou les sous-produits, et ne considéraient que peu la « qualité finale de l'huile ». De nos jours, la technologie de pointe répond aux exigences, aux normes et aux attentes des consommateurs en produisant des huiles désodorisées, décontaminées ou concentrées en acides gras polyinsaturés.

- **Au Moyen Âge**, l'huile de poisson était principalement utilisée pour l'éclairage et le graissage. C'est à partir du 17<sup>ème</sup> siècle que son utilisation à des fins médicinales s'est développée, notamment pour le traitement du rachitisme et de la tuberculose.
- **Au 19<sup>ème</sup> siècle**, l'industrie de la pêche à la baleine a connu un essor considérable, ce qui a conduit à une augmentation de la production d'huile de poisson. Cette huile était principalement utilisée comme lubrifiant et comme combustible.
- **Au 20<sup>ème</sup> siècle**, les progrès de la science ont permis de mieux comprendre les bienfaits des huiles de poisson pour la santé. On a découvert qu'elles étaient riches en acides gras oméga-3, qui ont de nombreux effets bénéfiques sur l'organisme, notamment sur la santé

cardiovasculaire, cérébrale et visuelle.

- **Aujourd'hui**, les huiles de poisson sont principalement utilisées comme compléments alimentaires. Elles sont également utilisées dans l'industrie agroalimentaire et dans l'industrie pharmaceutique.

### I.7.2 Méthodes d'extraction d'huile de poisson

Les techniques d'extraction de l'huile de poisson ont évolué et été variées au fil du temps. Les entreprises spécialisées dans la fabrication d'huile de poisson fabriquent également des farines de poissons.

La production de l'huile et des farines est principalement réalisée par le processus de pressage humide. Les principales étapes de ce processus sont la cuisson des poissons pour coaguler les protéines et ainsi libérer l'eau et l'huile qui leur sont liées, le pressage du coagulât pour séparer deux phases, la décantation et la centrifugation de la liqueur pour en retirer la majeure partie des impuretés et garder l'huile brute qui est stockée dans des fûts (Torres IC et *al.*, 2000).

La méthode traditionnelle d'extraction de l'huile de poisson implique la cuisson des foies, suivie par un processus de broyage et de centrifugation pour séparer l'huile des protéines et de l'eau.

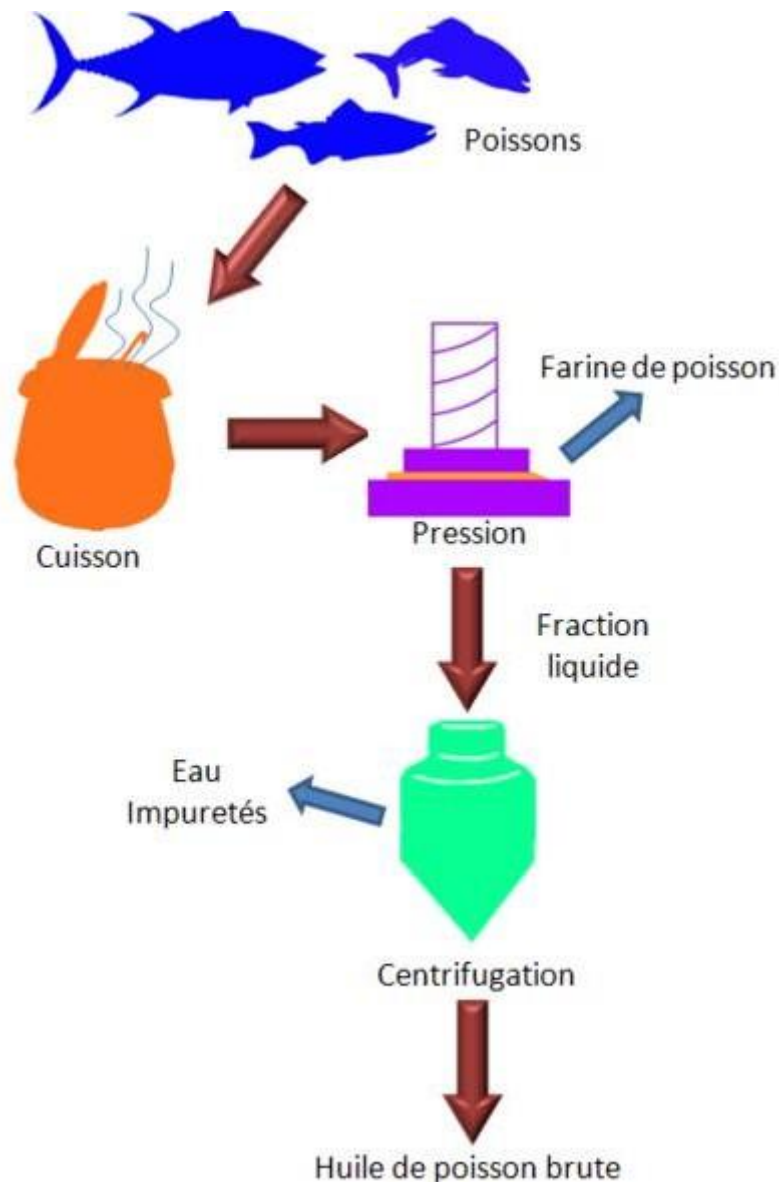
Pour l'extraction courante de l'huile de poisson, on utilise principalement des poissons bleus tels que le hareng, la sardine, *le maquereau* et l'anchois dans les installations qui produisent à la fois de la farine de poisson et de l'huile (voir figure 1). Ce processus comprend des étapes de cuisson et de pressage des poissons entiers pour séparer les protéines, qui sont récupérées dans la fraction farine, et les lipides, récupérés dans l'huile (Mortensen & *al.*, 1988 ; Barnerjee et *al.*, 1992 ):

**Les méthodes traditionnelles** : Au départ, les habitants des régions côtières employaient des techniques simples pour extraire l'huile de poisson. Par exemple, ils avaient la possibilité de faire bouillir les poissons dans de l'eau et de récupérer l'huile se trouvant à la surface. Ils avaient aussi la possibilité de presser les poissons afin de prélever manuellement l'huile (Mortensen & *al.*, 1988).

**Les méthodes d'extraction avancées** : sont couramment utilisées dans les techniques modernes d'extraction des huiles de poisson, comme l'extraction par solvant ou l'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique, afin d'obtenir des rendements élevés et une pureté optimale.

Principales méthodes d'extraction :

1. **Extraction par pressage**
2. **Extraction par solvants**
3. **Extraction et raffinage**



**FIGURE 3.** Obtention d'huile et de farine de poissons (Source IFFO).

Il existe plusieurs méthodes pour obtenir de l'huile de poissons Cuisson et pressage (notamment pour les foies de morue ou de squalé).

### I.7.3 Généralités sur les lipides extraites des poissons

Christie (1982) définit les lipides comme étant une famille de substances qui regroupe les graisses. Ce sont des molécules hydrophobes ou amphipatiques, c'est-à-dire des molécules qui ont une partie hydrophobe (qui repousse l'eau) et une partie hydrophile (qui attire l'eau). Ils sont caractérisés par leur insolubilité dans l'eau et, au contraire, par leur solubilité dans les solvants organiques non polaire.

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

---

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).

Selon le classement de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC), il existe huit variétés de lipides : les acides gras (dont les oméga-3) ; les acylglycérols (ou glycérides, dont les triglycérides) ; les phosphoacylglycérols (ou phosphoglycérides) ; les sphingolipides ; les stérols (dont le cholestérol) ; les prénoles ; les polykétides ; les saccharolipides (ou glycolipides).

Les lipides jouent un rôle essentiel dans l'organisme. Ils fournissent de l'énergie, servent de matériaux de construction pour l'organisme, et sont impliqués dans diverses fonctions biologiques, notamment la production d'énergie par  $\beta$ -oxydation, la transmission de messages hormonaux, et la constitution des membranes cellulaires (Bergé et Barnathan, 2005).

Les huiles sont parmi les éléments les plus importants qu'on peut extraire à partir du maquereau, qui est riche en lipides. Elles sont une source importante d'acides gras tels que les oméga 3 et oméga 6. Les lipides sont présents dans toutes les fractions chez les poissons gras ou semi-gras (Maquereau), avec une concentration plus élevée dans les tissus péri-viscéraux ou dans la tête. (Eymard, 2003). Les huiles de poissons marins, qui sont la principale source d'oméga 3, sont de plus en plus demandées pour l'alimentation humaine, ainsi que pour la fabrication de produits pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires... (Barnathan, 2010).

Kates (1986) définit les lipides comme des substances (a) insolubles dans l'eau, (b) solubles dans les solvants organiques comme le chloroforme, l'éther ou le benzène, (c) qui contiennent de longues chaînes hydrocarbonées, (d) et qui sont présents dans les organismes vivants végétaux et animaux. La majorité des chercheurs accepte cette définition même si elle émet des réserves en ce qui concerne les acides gras de C1-C3 en raison de leur solubilité dans l'eau et de leur insolubilité dans les solvants organiques.

La classification des lipides peut se faire sur la base de leurs propriétés physiques à la température ambiante (les huiles sont liquides et les graisses sont solides), de la polarité (lipides polaires ou neutres), de leur bio-disponibilité (les acides gras essentiels ou non) et de leur structure (lipides simples ou complexes).

## Chapitre I : Rappels bibliographiques

---

Les lipides peuvent être divisés en deux grands groupes :

- les lipides simples qui comprennent les acides gras, les acylglycérols, les stérols et leurs esters et les cires
- les lipides complexes qui sont constitués de phospholipides, de glycolipides et de sphingolipides.

### I.7.4 Les huiles de poissons

Les huiles de poisson sont des huiles naturellement riches en acides gras oméga-3 sous forme de triglycérides et notamment en acides gras polyinsaturés à longues chaînes (AGPI-LC) comme l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA). De nombreuses études montrent que ces AGPI-LC participent à la prévention de certaines pathologies comme l'excès de cholestérol ou le cancer, et jouent un rôle important dans la régulation du métabolisme (Riediger et al., 2009).

Les 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 Maquereau. 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).



**FIGURE 4 :** Huiles de poisson sous formes gélules (Lozachmeuret, 2008).

### I.7.5 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. Quel que soit le cas, l'extraction doit être sélective (n'extraire que la matière grasse), non altérante et quantitative.

### A. Extraction chimique :

La technique de l'extraction chimique consiste à utiliser un procédé d'extraction pour séparer sélectivement un ou plusieurs composés d'un mélange en se basant sur leurs caractéristiques chimiques et/ou physiques. Le procédé d'extraction doit être peu ou pas miscible avec les principaux composants du mélange, tandis que le composé à extraire doit avoir une affinité plus grande avec le procédé d'extraction qu'avec les principaux composants du mélange. En fonction de la méthode employée, il existe différentes méthodes et produits utilisés : le tétrachlorure de carbone, le benzène, le cyclohexane ou le chloroforme. Le méthanol, les éthers, les cétones, les alcools (Manirakiza et al., 2001).

#### 1) Extraction analytique des lipides par solvants organiques

C'est une extraction basée sur la solubilité entre les lipides et les composés non lipidiques. Les effets conjugués de la polarité des solvants et la solubilité des lipides permettent de les isoler des autres constituants tels que les protéines.

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 sont basées sur une extraction à froid par le chloroforme associé au méthanol. La méthode normalisée de Soxhlet (AOAC, 1990) est une méthode 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'extraction se fait à chaud à la température d'ébullition du solvant qui est alors distillé et recyclé, percolant et imprégnant l'échantillon. Les principaux solvants utilisés sont l'hexane, l'éther de pétrole et l'éther diéthylique. Pour mieux extraire les lipides polaires il est possible d'utiliser les mélanges avec les alcools comme l'éthanol, le méthanol et l'isopropanol (Manirakiza et al., 2001). Christie (1982) explique les facteurs qui affectent l'extraction des lipides par les mélanges de solvants qui comprennent les solvants hydrocarbonés (*hexane, benzène ou cyclohexane*), les alcools (*éthanol, isopropanol, méthanol*), le chloroforme, l'éther et autres. Les effets de la solubilité et de la polarité sont essentiels pour l'extraction. Ainsi, de nombreux mélanges ont été étudiés pour évaluer leur capacité d'extraction des lipides, leur efficacité et l'aspect sécuritaire (Honeycutt et al., 1995 ; Undeland et al., 1998 ; Smedes et Askland, 1999). Gunnlaugsdottir et Ackman, (1993) ont observé que les méthodes à base de chloroforme

comme celle de Bligh et Dyer (1959) donnent de meilleurs rendements d'extractions que les méthodes utilisant l'hexane.

### 2) Extraction après hydrolyse :

Cette méthode implique l'hydrolyse des lipides, suivie de leur extraction avec un solvant<sup>3</sup>. L'hydrolyse peut être réalisée par traitement acide ou alcalin

### 3) Extraction sans solvants :

Il existe également des méthodes d'extraction qui ne nécessitent pas l'utilisation de solvants. Ces méthodes peuvent être préférées pour des raisons environnementales ou de sécurité, car l'utilisation de solvants organiques peut présenter des risques pour la santé et l'environnement.

## B. Extraction enzymatique

L'hydrolyse enzymatique offre plusieurs avantages par rapport à l'hydrolyse chimique. Elle est plus facilement contrôlable et permet de préserver la valeur nutritionnelle de la matière première. Lorsque l'enzyme utilisée est déjà présente dans les produits, on parle d'autolysat, comme c'est le cas dans la production de sauces de poissons. Lorsque l'enzyme est ajoutée de manière externe car elle n'est pas naturellement présente dans les produits, on parle d'hétérolysats.

En enrichissant les huiles de poisson en acides gras oméga-3, il est possible d'améliorer leurs qualités nutritionnelles. Cet enrichissement peut être réalisé en utilisant des enzymes spécifiques telles que les lipases et les ligases, qui permettent de greffer des acides gras sur la partie glycérol des lipides (Linder et al.2002).

### I.7.6 Extraction industrielle des huiles de poisson

La mise en place du procédé d'extraction industriel des huiles de poisson s'est faite progressivement. Jusqu'en 1980 environ, les huiles de poisson étaient considérées comme un sous-produit de l'industrie des farines de poisson (Dacosta, 2004). Les poissons transformés dénommés « poissons industriels » sont des espèces riches en huile, comme le menhaden, la sardine, le hareng, l'anchois, le maquereau.

La méthode d'extraction classique comporte des étapes de cuisson (90 °C), de pressage (presse à vis), de centrifugation et de filtration de la fraction liquide. L'huile brute est ensuite lavée à l'eau chaude (90 - 95 °C) afin d'éliminer les résidus protéiques.

Notre travail il va consister sur La méthode de Soxhlet c'est une technique classique d'extraction utilisée pour extraire des composés organiques à partir d'un solide, en particulier lorsque le composé cible est présent en faibles concentrations dans l'échantillon.

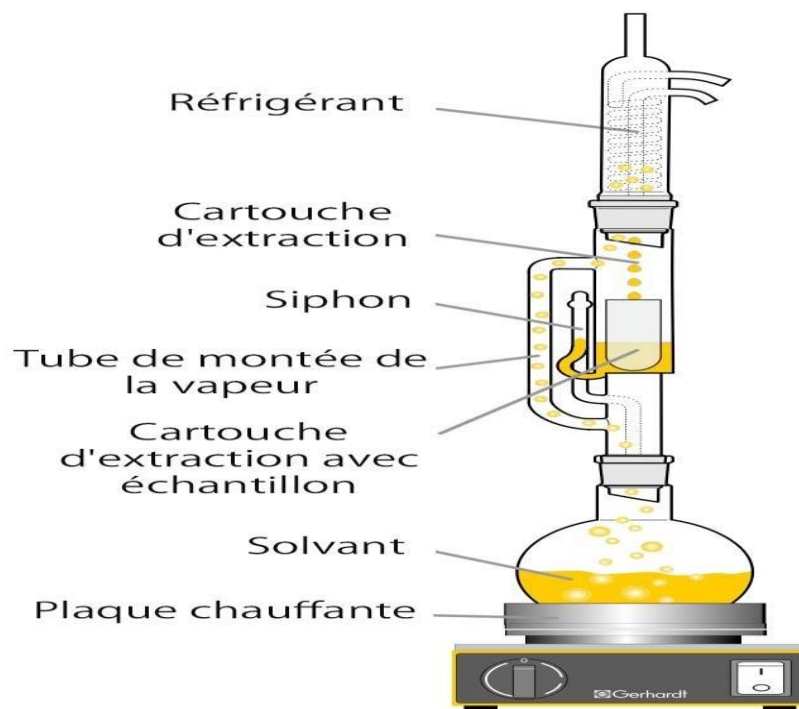
### **1. La méthode de Soxhlet**

L'extracteur Soxhlet est un outil fondamental pour l'extraction de composés spécifiques à partir d'échantillons solides en utilisant un processus continu d'extraction par solvant. C'est une technique d'extraction semi-continue largement utilisée pour l'extraction des lipides à partir d'échantillons solides (Penchev, 2010).

### **2. Description de la méthode**

L'appareil de Soxhlet se compose d'un corps en verre dans lequel est insérée une cartouche en papier-filtre, ainsi que de tubes siphon et d'adduction. L'extracteur est positionné au-dessus d'un ballon contenant le solvant d'extraction. Une fois l'échantillon placé dans la cartouche, un réfrigérant est fixé au-dessus de l'extracteur pour condenser les vapeurs de solvant. Idéalement, un chauffe-ballon avec agitation magnétique intégrée est utilisé pour maintenir une évaporation régulière du solvant, évitant ainsi les à-coups d'ébullition.

Lorsque le ballon est chauffé, les vapeurs de solvant remontent à travers le tube adducteur, se condensent dans le réfrigérant et retombent dans l'extracteur, entraînant ainsi l'extraction des substances solubles du solide. Le solvant extrait s'accumule dans l'extracteur jusqu'à ce qu'il atteigne le sommet du tube-siphon, provoquant alors le retour du liquide dans le ballon, avec les substances extraites. Le solvant dans le ballon se concentre progressivement en composés solubles. Pendant ce processus, le solvant continue à s'évaporer, laissant les substances extraites dans le ballon, car leur température d'ébullition est significativement plus élevée que celle du solvant extracteur (Penchev, 2010).



**FIGURE 5** : Représentation schématique d'un extracteur de Soxhlet.

**Avantages :**

- Non toxique et respectueuse de l'environnement
- Produit une huile de haute qualité
- Ne nécessite pas de solvants

**Inconvénients :**

- Nécessite un équipement spécialisé
- Peut-être moins efficace que l'extraction par solvant

## **CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I. Échantillonnage et traitements au laboratoire

Les poissons utilisés dans notre travail ont été achetés des locaux du marché de Mostaganem, Les échantillons ont été pêchés dans la côte de Mostaganem entre les mois de mai et juin 2024, à chaque fois ; ils étaient transportés dans une glacière au laboratoire puis gardés au froid dans un congélateur.

Le traitement des échantillons est réalisé au laboratoire du département des sciences de la mer et des ressources halieutiques de l'université de Mostaganem, en passant par plusieurs étapes.

### II. Mensurations et pesées

#### II.1 Détermination de la taille (longueur)

La taille de chaque pièce de Maquereau CAVALLIA a été déterminée à l'aide d'une règle.



**Figure 6 :** Mensuration de Maquereau.

#### II.2. Détermination du poids totale



**Figure 7 :** Mesure du poids total de Maquereau.

Chaque échantillon a été pesé, à l'aide d'une balance électronique.

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II.3 Le matériel utilisé

#### a. Matériel pour enlever la chair des poissons

- une cuvette avec un fond en liège ou en polystyrène >
  - deux pinces fines servent à maintenir les tissus pendant que l'autre main coupe avec les ciseaux
- Les ciseaux fins s'utilisent lame pointue en bas, lame arrondie en haut
- des épingles servent à fixer l'animal est indispensable



**Figure 8.** Matériel pour enlever la chair des poissons

#### b. Matériel de la filtration sous vide

On utilise une fiole à vide surmontée d'un entonnoir Büchner dans lequel on a placé un filtre rond et on aspire dans la fiole au moyen d'une trompe à eau. Pour récupérer le solide après un essorage sur Büchner, il faut débrancher le tuyau reliant la fiole à vide à la trompe à eau avant de fermer le robinet d'eau afin d'éviter un retour d'eau dans la fiole à vide à chaque fois, le filtrat sera soumis à deux types d'extractions.

#### c. Matériel de la décantation

La décantation est un procédé permettant la séparation de deux phases liquides non miscibles de densités différentes ; Pour séparer les deux phases, on place l'ampoule à décanter dans un anneau fixé à l'aide d'une noix sur un support, on verse la solution à extraire dans l'ampoule puis on ferme avec un bouchon rodé pour éviter l'évaporation du composé volatil.

On laisse les liquides non miscibles se séparer : les deux liquides non miscibles se séparent progressivement, jusqu'à ce qu'on observe deux phases bien distinctes.

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

On isole la phase organique qui est l'huile dans un b cher, on recommence l'opération deux fois.



**Figure 9.** Matériel de la décantation

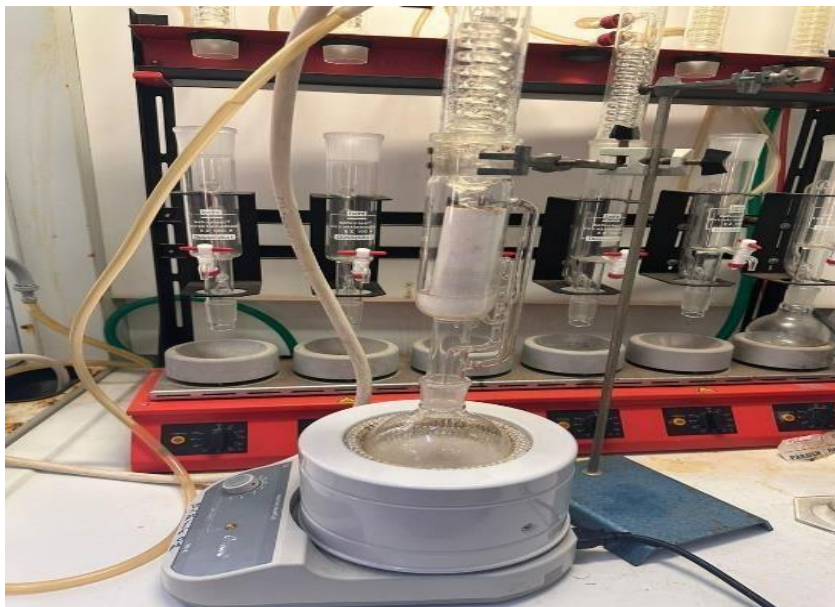
### **d. Appareillages**

Appareil d'extraction Soxhlet

Réfractomètre

Densimètre  lectronique.

Spectrophotomètre IR

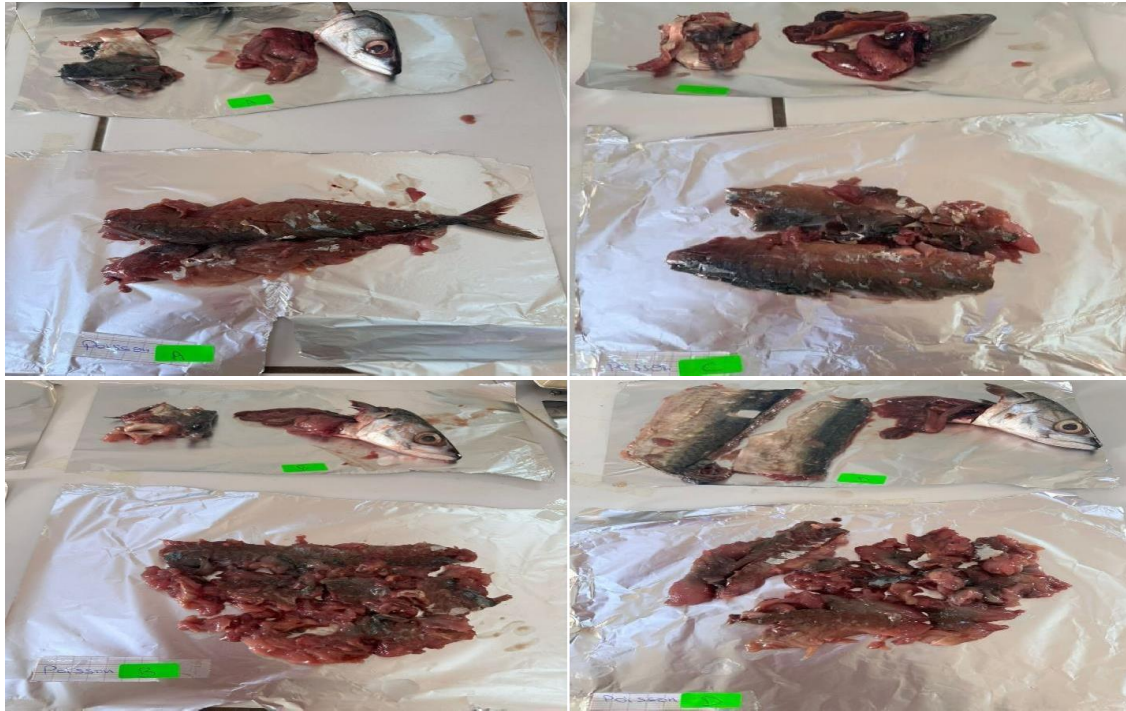


**Figure 10 :** Appareil d'extraction Soxhlet

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A. L'extraction par pressage

#### A.1 Nettoyage et découpage



**Figure 11:** Étapes de nettoyage et découpage des poissons maquereaux Cavalia.

Le muscle de poisson est tout d'abord lavé, débarrassé de la peau, de l'os, et haché.

1. Les Maquereaux sont disséqués sur une planche en verre propre. Une incision est faite de l'anus jusqu'aux branchies, le prélèvement des chairs est effectué sur l'ensemble de l'échantillonnage.



**Figure 12 :** Pesée de la chair des poissons

2. On place 250 ml d'eau distillée dans un bécher, Placez 125 g la pâte de maquereau broyée

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

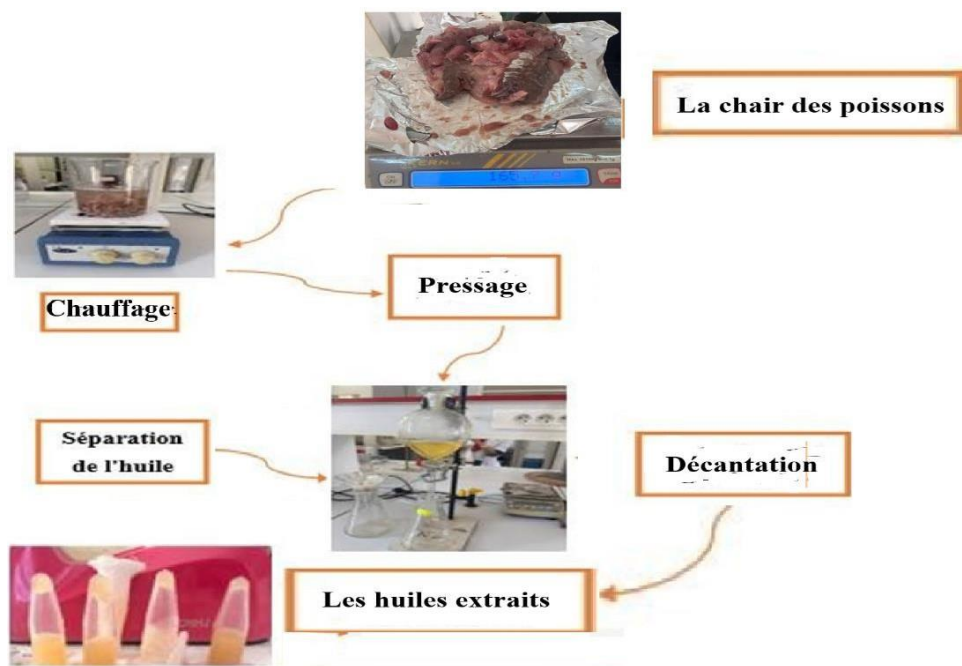
3. On chauffe l'ensemble à 90 °C pendant 45 minutes, Après arrêt du chauffage Le mélange obtenu est ensuite filtré et les huiles sont extraits par pressage de la phase solide.



**Figure 13 :** Chauffage de la chair des poissons sur une plaque chauffante à 90°C.

### A.2 Stockage de l'huile

Flacons en verre ambré : Nous avons transféré l'huile filtrée dans des flacons en verre ambré pour la protéger de l'oxydation causée par la lumière, en veillant à bien sceller hermétiquement les flacons. Le protocole complet est présenté dans le schéma ci-dessous.



**Figure 14 :** Schéma du protocole complet d'extraction de l'huile brute de poisson par pressage.

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

### B. Méthode d'extraction de Soxhlet

Les huiles sont extraites à partir de la peau du Maquereau placé dans un tube extracteur de l'Appareil d'extraction Soxhlet à 50°C pendant 6 heures en utilisant l'hexane comme solvant d'extraction (Płotka- Wasyłka et al.,2016)

#### B.1 Matériel nécessaire :

- Appareil d'extraction Soxhlet (extracteur, ballon à fond rond, réfrigérant)
- Poisson broyé (Maquereau Kavalía)
- Solvant organique (ex. : hexane)
- Plaque chauffante
- Filtre à papier ou coton
- Ballon à fond rond (récipient pour recueillir l'huile)
- Bain-marie

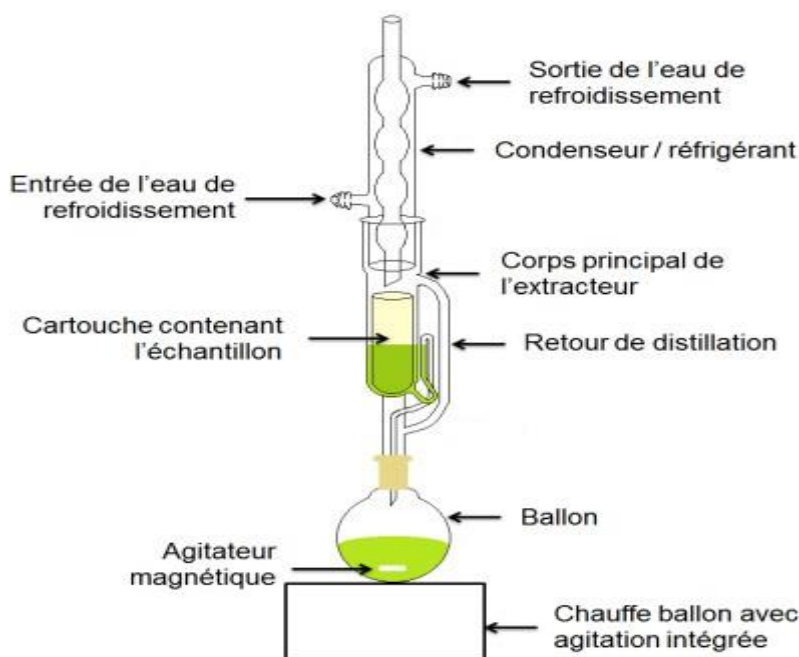


Figure 15 : Extracteur Soxhlet. (El kalamouni, 2010).

Tout d'abord tous les équipements sont nettoyés par l'acétone, puis on réalise le montage d'extraction de Soxhlet, 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.

#### 1. Procédure d'extraction :

##### -Préparation de mélange :

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

- Nous prenons 250 ml de solvant (hexane) que nous versons dans un ballon de l'appareil d'extraction soxhlet.

### - Préparons l'extraction par Soxhlet :

- Une fois que le poisson est dégradé, nous préparons la cartouche de l'extracteur Soxhlet.
- Nous transférons environ 100 g de mélange de poisson dégradé dans la cartouche de l'extracteur Soxhlet.

### -Mettons en place l'extracteur Soxhlet :

- Nous fixons l'extracteur Soxhlet sur un ballon contenant 250 ml d'hexane.
- Nous lançons le processus d'extraction en chauffant le ballon pour vaporiser l'hexane. L'hexane se condense dans l'extracteur et retombe dans la cartouche, permettant l'extraction continue des composés lipidiques du poisson.

### -Collectons l'extrait :

- Après plusieurs cycles d'extraction, nous arrêtons le processus et récupérons l'extrait contenant les composés solubles dans l'hexane.

### -Récupération de l'huile :

- Séparer le solvant du ballon contenant l'huile dissoute.

**Décantation :** on Laisse reposer le mélange liquide (huile et solvant) dans une ampoule à décanter pour permettre à l'huile de rassembler et de rester au fond. Cela peut prendre quelques heures.



**Figure 15 :** Extraction de l'huile brute de poisson par filtration.

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

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.

### 2. Analyses physico-chimiques de l'huile :

Peser l'huile extraite et réaliser des analyses supplémentaires (**Analyse de la Composition odeur, apparence, couleur, Indice de Peroxyde (IP), Indice d'Acidité (IA), Indice d'Iode (II), Indice de Saponification, Indice de Réfraction**).

Ce protocole doit être suivi avec précision pour garantir la qualité et la fiabilité des résultats au Centre Technique des Analyses de la Qualité des Produits Alimentaires et Cosmétiques EL AFAKCONTROL.

#### 1/L'indice de réfraction

Des huiles varient en fonction de leur insaturation. Il est mesuré suivant la norme ISO 6320 à 20 °C pour les huiles fluides et à 40 °C pour les graisses. L'indice de réfraction est mesuré à l'aide de réfractomètres, de type Abbe, thermostatés. Il est lié à la température (0,000 35 par degré au voisinage de 20 °C).

#### Mode opératoire :

- Nettoyer la lame du réfractomètre avec du papier Joseph.
- Etalonner l'appareil avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égal à 1.33 à 40°C.
- Déposer quelques gouttes d'huile sur la lame à l'aide d'une pipette pasteur.
- Régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié et effectuer la lecture des résultats en tenant compte de la température.

#### Expression des résultats :

$$\text{nd } 40 = \text{nd } T + 0,00035 (T-40)$$

**nd 40**: L'indice de réfraction à 40°C.

**nd T** : L'indice de réfraction à la température de l'analyse. **T** : La température de l'échantillon pendant l'analyse.

**T**: 40°C

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

**0,00035** : La variation de l'indice de réfraction des triglycérides par degré au voisinage de 40°C

### 2/ Détermination de l'indice d'acide (ISO NA 273/1989)

L'indice d'acide est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour Neutraliser les AGL présents dans 1 g de CG.

Le principe consiste à neutraliser les AGL à l'aide d'une solution de KOH en présence de Phénophtaléine comme indicateur coloré,

**Principe** : Il consiste à neutraliser les acides libres par une solution alcoolique d'hydroxyde de Potassium titrée.

#### Mode opératoire :

-Peser 2g d'huile dans un erlenmeyer.

-Ajouter 75 ml d'éthanol à 95°.

- Neutraliser en présence de quelques gouttes de phénophtaléine à 1%.

-Agiter énergiquement et titrer avec la solution d'hydroxyde potassium (la solution éthanolique titrée est à 0,1 N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

-On note le volume de la solution éthanolique de KOH ajoutée.

#### Expression des résultats

$$IA = (V \times 56.1 \times N) / P \text{ (mg de KOH/g d'huile)}$$

**P** : Masse (g) de la prise d'essai.

**56,1** : Masse molaire, exprimée en g/mole, d'hydroxyde de potassium.

**V** : Volume en ml de KOH (0,1 N) nécessaire au titrage.

**N** : Normalité de la solution de potasse (0,1 N).

### 3/ Densité

La densité d'une huile ou d'une matière grasse est le quotient de la masse dans l'atmosphère d'un certain volume de cette huile par la masse du même volume d'eau à 20°C.

#### Mode opératoire

-Mettre 200 ml d'huile à analyser dans une éprouvette de 250 ml ;

-Tremper le densimètre avec un thermomètre dans l'éprouvette et attendre qu'il se stabilise ;

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

-Lire la densité directement sur le densimètre et la température sur le thermomètre. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$DT' = DT + 0,00069 (T-T')$$

**DT** : Densité lue directement sur le densimètre à une température T ;

**DT'** : Densité lue sur le densimètre à une température 20°C ;

**T** : Température lue sur le thermomètre ;

**T'** : 20 °C ; 0,00069 : Coefficient de correction.

### 4/ Indice de peroxyde (IP) (ISO 274/1989) Principe

Le principe de cette méthode consiste à un traitement d'une quantité d'huile en solution dans l'acide acétique et le chloroforme, par une solution d'iodure de potassium (KI). Le titrage d'iode libéré se fait par une solution de thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) à 0,01N en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

#### Mode opératoire :

- 5 g de l'huile de poisson est mis en solution dans un mélange de 12 ml chloroforme et 18 ml d'acide acétique
- Ajoutée une solution d'iodure de potassium (1ml)
- Agitation durant 1 min avant de mettre au repos à l'abri de la lumière pendant 5 min à une température comprise entre 15 et 25°C.
- On ajoute 75 ml d'eau distillée suivi par une agitation rigoureuse.
- Titré l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium (0,01 N).
- En présence d'empois d'amidon comme indicateur. Parallèlement à la détermination, effectuer un essai à blanc.

#### Expression des résultats

$$IP = (V - V_0) \times N \times 1000 / P \text{ (meq O}_2\text{/ Kg)}$$

**IP** : Indice de peroxyde ;

**N** : Normalité de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,01N) ;

**V** : Volume de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utilisé dans le titrage (ml)

## CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

**V<sub>0</sub>** : Volume de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pour l'essai .

**P** : Poids de la prise d'essai (g).

### 5/ Analyse par infrarouge

Le principe de l'analyse par infrarouge repose sur l'absorption différentielle de la lumière dans le proche infrarouge (PIR) par la matière organique. Chaque liaison chimique, selon sa nature, oscille. Elle passe ainsi d'un état de base à un état d'excité lorsqu'elle absorbe l'énergie d'une source infrarouge dont la fréquence est égale à la fréquence de vibration de la liaison. Un spectromètre permet de mesurer ces variations. L'analyse infrarouge est idéale pour détecter la présence de groupements fonctionnels.

Nos analyses ont été faites sur un spectromètre transformé de fourrier BURKER/IR-4200 [44] de Laboratoire d'analyse AFAK ORAN.

### 6/ Étude macroscopique des huiles

#### A. Détermination de la couleur

##### Principe

La détermination de la couleur est effectuée par un colorimètre LOVIBOND constitué de deux séries de verres colorés : jaune et rouge, la couleur de l'huile est comparée à une couleur obtenue suite à la superposition de ces verres colorés.

#### B. Détermination de l'Apparence de l'huile de Poisson

- Prendre un échantillon d'huile de poisson et le placer dans un récipient propre et transparent (comme un bécher ou un flacon en verre) pour faciliter l'observation.

##### Observation visuelle :

- Examiner l'huile sous une lumière naturelle ou blanche standard pour éviter toute altération de couleur due à l'éclairage.

#### C. Détermination de l'odeur de l'huile de Poisson

Pour déterminer l'odeur de l'huile de poisson, on verse une petite quantité dans un récipient propre et on l'amène à température ambiante. Dans une pièce bien ventilée, sans odeurs parasites, on approche le récipient à environ 10-15 cm du nez et on inspire doucement pour percevoir les premières impressions olfactives. On évalue ensuite l'intensité (faible à très forte) et la qualité de l'odeur (agréable ou désagréable).

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**I-- Résultats et discussion**

**I- 1- Rendements de l'extraction des huiles du Maquereau**

Rendement de l'extraction des huiles du Maquereau par pressage = 98 %

Rendement de l'extraction des huiles du Maquereau par extraction Soxhlet = 75 %

Le rendement est obtenu en appliquant la formule mathématique ci-après :

$R (\%) = \frac{QE}{Mpa} \times 100$ . avec **R (%)** est le rendement ; **QE** est la quantité d'huile extraite exprimée en gramme et **Mpa** est la masse de chaire du poisson analysée exprimée en gramme (www.dlecorgnechimie.fr, 2014).

**Tableau 3** : Rendements de l'extraction des huiles de maquereau

Méthode d'Extraction	Rendement (%)
L'extraction des huiles du Maquereau par pressage	98 %
L'extraction des huiles du Maquereau par extraction Soxhlet	75 %

On a obtenu une bonne extraction des huiles du Maquereau par pressage et par l'extraction Soxhlet.



**Figure 15** : la quantité d'huile extraites par les deux méthodes

**A** : huile de poisson extraite par pressage

**B** : huile de poisson extraite par Soxhlet

Smith et Jones (2005) ont rapporté que des méthodes telles que le pressage à chaud libèrent davantage d'huile à mesure que les cellules adipeuses sont dégradées par la chaleur.

Abbas et al. (2007) ont observé que dans certains cas, la méthode Soxhlet peut entraîner une perte d'huile, particulièrement si le solvant volatil choisi n'est pas parfaitement adapté pour les lipides présents dans le poisson. En effet, des solvants comme l'hexane ou l'éther de pétrole sont souvent utilisés pour les matières grasses, mais tous les solvants n'extraient pas les lipides de manière aussi efficace, selon la structure des acides gras dans l'huile de poisson.

### 2-Résultats des Analyses Physico-chimique des huiles du Maquereau

Les résultats obtenus des analyses des huiles du Maquereau sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 4** : résultats des paramètres chimiques des huiles de tables

Caractéristique d'huile de poisson extrait	Résultats trouvées	Norme
<b>Indice de Réfraction</b>	1.344	1,3
<b>Indice de Peroxyde</b>	4.64 meq D'O <sub>2</sub> /KG	3.6...6.8 meq D'O <sub>2</sub> /KG
<b>Densité</b>	0.946	0.84-0.960
<b>Indice d'acide</b>	12.09 mg KOH/gr	10 mg KOH gr
<b>Odeur</b>	Caractéristique au produit	Caractéristique au produit
<b>Apparence</b>	Liquide visqueux	Liquide visqueux
<b>Couleur</b>	Jaune	Jaune

D'après les résultats suivants :

L'indice de réfraction d'une huile de poisson dépend en partie de son degré d'insaturation, et un indice de réfraction plus élevé indique la présence de matériaux plus insaturés. Il mesure également les changements d'insaturation dus aux différentes méthodes d'extraction. L'indice de réfraction des huiles varie en fonction du poids moléculaire, de la longueur des chaînes d'acides gras, du degré d'insaturation et du degré de conjugaison (Andhale et al., 2017). Toutefois, les valeurs obtenues de l'indice de réfraction se situent dans les limites standard (1,40–1,47) recommandées pour les huiles comestibles par Abdulkadir et al. (2010).

Les valeurs de l'indice de peroxyde des échantillons étudiés sont compatibles avec les résultats de Djouab (2007) qui sont nettement inférieures à la norme utilisée comme référence par l'auteur (5 meq O<sub>2</sub>/Kg)

L'indice de peroxyde est mesuré afin d'évaluer le degré d'oxydation de l'huile, il constitue un paramètre de qualité des huiles alimentaires (Kapseu et al., 2011).

Il est lié aux conditions de conservation et aux modes d'extraction. C'est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (Gossa ; Mekchiche, 2014).

La valeur de l'indice d'acide d'huile de poissons avec la norme de CODEX Alimentaire est 4.0 mg de KOH/g, d'autre part d'après Bougherara (2015) .

Un indice d'acide de **4,64 mg KOH/g** pour une huile de poisson indique une détérioration de qualité par rapport aux normes établies. Cela suggère que l'huile a probablement subi une hydrolyse excessive, ce qui peut altérer son goût, son odeur, et sa stabilité à long terme.

Si l'indice d'acidité est élevé ce qui indique que ces huiles renferment des quantités importantes d'acides gras libres (Charef, 2011), mais une huile de bonne qualité a un faible taux d'acidité, d'après Gossa et Mekchiche (2014) la faible valeur d'indice d'acide confère une bonne stabilité à l'huile. Ceci contribue à lui donner une plus grande stabilité face à l'oxydation par l'air (Baaziz et al., 2005).

La densité est un autre facteur important qui influence la capacité d'absorption de l'huile et le taux de transfert de masse en raison des différentes méthodes d'extraction. La densité de l'huile de poisson varie en fonction du degré de traitement thermique utilisé pour extraire les huiles. Comme l'huile occupe plus de volume en raison de la diffusion moléculaire causée par le traitement thermique, la méthode SE (extraction Soxhlet) a entraîné des valeurs de densité légèrement inférieures dans cette étude. Cependant, quelle que soit la méthode d'extraction, les valeurs de densité sont inférieures à celles de l'eau (**1,000 g/ml**) et compatibles avec d'autres huiles comestibles comme l'huile de canola (**0,913 g/ml**) selon Sahasrabudhe et al. (2017).

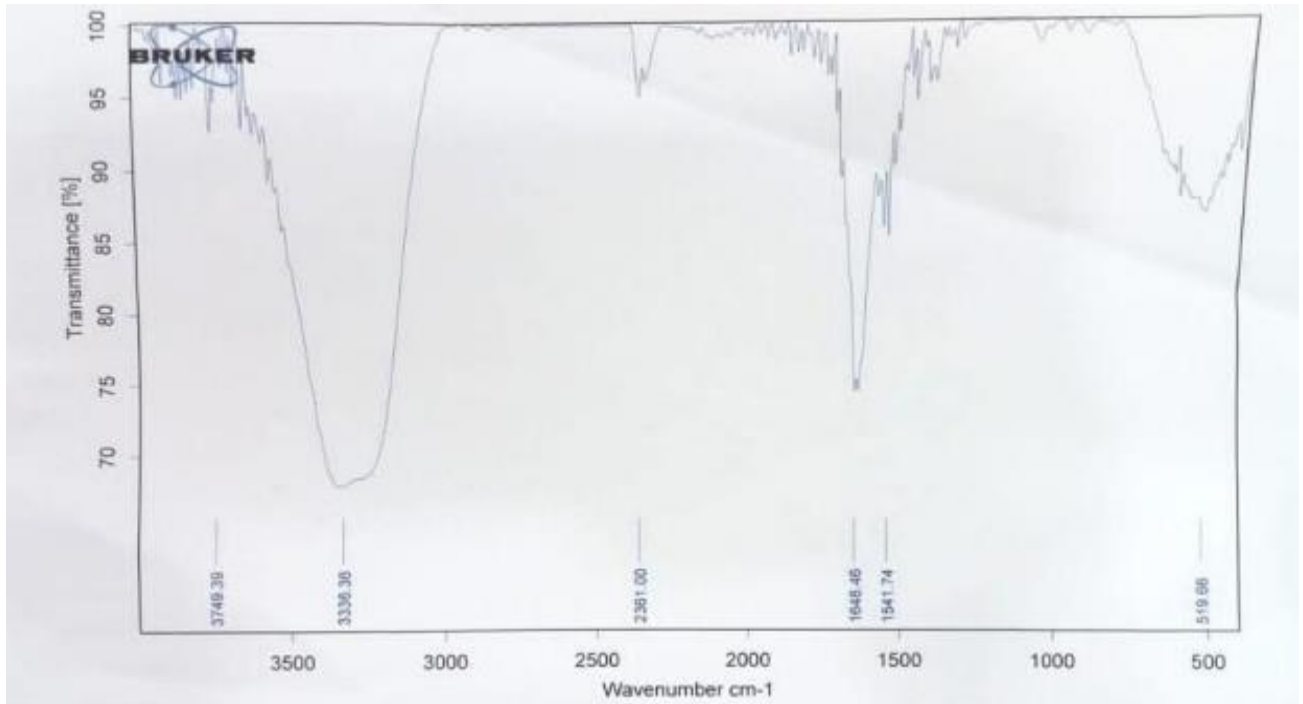
**L'Odeur** : L'oxydation des acides gras libres engendre des composés volatils responsables d'une odeur rance et désagréable, typique des huiles altérées.

**L'Apparence** : La dégradation se manifeste par une perte de transparence, avec l'apparition de trouble, de particules en suspension et de sédiments.

**La Couleur** : L'oxydation des pigments naturels induit un assombrissement de l'huile, qui peut prendre des teintes allant du jaune à l'orange, voire au brun.

### 3- Caractérisation des huiles du Maquereau par IR

La spectroscopie infrarouge est un outil robuste pour l'évaluation rapide du profil lipidique des suppléments d'huile de poisson. Cette méthode permet d'analyser rapidement la composition des acides gras dans ces produits, ce qui est crucial pour évaluer leur qualité et leur conformité aux normes nutritionnelles et de sécurité.



**Figure 16:** Spectre IR de l'huile de Maquereau

Le spectre IR de l'huile de Maquereau (Figure 16) montre l'existence :

- D'une bande forte, à 3700-3200  $\text{cm}^{-1}$ , due à la vibration d'élongation des liaisons Liaison O-H des groupes hydroxyles.
- D'un pic fort, à une fréquence  $\nu = 1680-1560 \text{ cm}^{-1}$ , dû à la vibration d'élongation de la double liaison C=O.
- D'un pic vers 1541,47  $\text{cm}^{-1}$ , dû à la vibration de déformation angulaire de la liaison C-H des groupes  $\text{CH}_2$  et  $\text{CH}_3$ .
- D'une bande large, à 650-450  $\text{cm}^{-1}$ , due à la vibration de déformation angulaire de la double liaison C=C liaison son C-H d'élongation de la liaison C-H du groupement méthylène.

#### **1. Bande autour de 3000-2800 $\text{cm}^{-1}$ (étirements C-H) :**

Les huiles de poisson, riches en acides gras à longue chaîne, montrent ces bandes. Selon Silverstein et al.,2005. Ces vibrations d'étirement sont communes dans les hydrocarbures et leurs dérivés.

### **2. Bande autour de 1740-1700 $\text{cm}^{-1}$ (étirement C=O) :**

Cette bande est généralement associée à l'étirement de la liaison C=O dans les groupes carbonyles, tels que ceux présents dans les triglycérides. L'huile de poisson, composée principalement de triglycérides, montre une forte absorption dans cette région (généralement entre 1740 et 1720  $\text{cm}^{-1}$ ). Cette bande est mentionnée comme une caractéristique des esters d'acides gras dans les travaux de Gunstone et al., 2007 sur les lipides et les huiles.

### **3. Bande autour de 1650 $\text{cm}^{-1}$ (C=C, étirement des doubles liaisons) :**

Les huiles de poisson contiennent des acides gras insaturés tels que les oméga-3 (EPA, DHA), qui présentent des liaisons doubles C=C. Les vibrations d'étirement de ces liaisons C=C apparaissent autour de 1650  $\text{cm}^{-1}$ . Cela a été observé dans les études sur les huiles végétales et animales riches en insaturations par Christie, 1989.

### **4. Bande autour de 1465-1375 $\text{cm}^{-1}$ (déformations méthyle et méthylène) :**

Ces bandes sont liées aux vibrations de déformation des groupes méthylène (-CH<sub>2</sub>-) et méthyle (-CH<sub>3</sub>). Selon Gunstone, 2007 ces bandes apparaissent fréquemment dans les huiles à longues chaînes carbonées comme celles des huiles de poisson.

### **5. Bande autour de 1170-1050 $\text{cm}^{-1}$ (étirement C-O) :**

Les huiles de poisson contiennent des triglycérides, et les vibrations d'étirement C-O apparaissent dans cette région. Cela a été confirmé dans plusieurs études sur les huiles comestibles.

### **6. Bande autour de 722 $\text{cm}^{-1}$ (oscillations de méthylène dans les chaînes longues)**

Cette bande est observée dans les hydrocarbures à longue chaîne, comme dans les acides gras saturés et insaturés des huiles de poisson. Selon Gunstone, cette bande reflète l'oscillation des groupes -CH<sub>2</sub>- dans des structures longues et régulières.

Le spectre IR de l'huile de Maquereau (**Figure 17**) permet de bien comprendre la composition chimique de l'huile. La forte présence de bandes liées aux liaisons C=O et C-H confirme la nature des triglycérides présents dans l'huile. Les bandes associées aux liaisons C=C donnent des informations sur la teneur en acides gras insaturés (oméga-3), qui est un indicateur de la qualité de l'huile.

## **CONCLUSION**

# CONCLUSION

## Conclusion

Les procédés de valorisation des sous-produits de la pêche sont variés et couvrent de nombreux domaines. Parmi les plus notables, on trouve la fabrication de farines pour l'alimentation animale et des huiles dérivées de ces produits.

L'utilisation des scombridés pour la production des huiles indispensables demeure une forme de valorisation relativement limitée par rapport à la production d'huiles indispensables ou de concentrés protéiques destinés à la consommation humaine.

L'étude expérimentale a révélé que la production des huiles à partir de la peau du Maquereau a été obtenue en réalisant deux types d'extraction l'extraction par pressage et par Soxhlet, Pour les deux méthodes, le rendement de l'extraction des huiles est élevé (par pressage 98%, par solvataion 75%) ce qui implique une bonne extraction des huiles.

Plusieurs analyses ont été réalisées telle que l'indice de Réfraction, l'indice d'Acidité (IA), la densité, l'indice de Peroxyde (IP) et spectroscopie Infrarouge.

D'après les résultats des analyses de ces huiles :

- La valeur obtenue de l'indice de réfraction se situe dans les limites standards ce qui indique la présence de matériaux insaturés.
- La valeur de l'indice de peroxyde étudiée est compatible avec la norme L'indice de peroxyde est mesuré afin d'évaluer le degré d'oxydation de l'huile. C'est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative.
- La valeur de l'indice d'acide de ces huiles est inférieure à la norme ce qui indique l'obtention d'une huile de bonne qualité, la faible valeur d'indice d'acide contribue à lui donner une plus grande stabilité face à l'oxydation par l'air
- La valeur de densité des huiles du Maquereau est inférieure à celle de l'eau (1 g/ml).
- Le spectre IR de l'huile de Maquereau permet de bien comprendre la composition chimique de l'huile. La forte présence de bandes liées aux liaisons C=O et C-H confirme la nature des triglycérides présents dans l'huile.

Les bandes associées aux liaisons C=C donnent des informations sur la teneur en acides gras insaturés(oméga-3), qui est un indicateur de la qualité de l'huile.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Abbas, K. H., Al-Haideri, H. A., & Rahman, A. M. (2007). Extraction of fish oil using Soxhlet apparatus and its comparison with other extraction methods. *Journal of Food Science and Technology*, 44(4), 221-226. doi:10.1007/s11483-007-0196-
2. Abdulkadir, M. , Abubakar, G. I. , & Mohammed, A. (2010). Production and characterization of oil from fishes. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5, 769–776. [[Google Scholar](#)]
3. Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail (ANSES). Consommation des poissons, mollusques et crustacés: aspects nutritionnels et sanitaires pour l'homme. Rapport. Maisons Alfort, Disponible sur <http://www.anses.fr> 2010.
4. Andhale, R. R. , Syed, H. M. , Bhavsar, G. J. , & Dagadkhair, A. C. (2017). Fatty acid profile and differential scanning calorimetric (DSC) characterization of fish oil extracted from the fresh water catla catla fish. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5, 249–257. [[Google Scholar](#)]
5. Banerjee, I., Saha, S., & Dutta, J. (1992). Comparison of the effects of dietary fish oils with different n– 3 polyunsaturated fatty acid compositions on plasma and liver lipids in rats. *Lipids*, 27(6), 425-428.
6. Barnathan, G. (2010). Marine lipids: Overview and recent advances. *Advances in Food and Nutrition Research*, 61, 1-52.
7. Bourre JM. Dietary omega-3 Fatty acids and psychiatry: mood, behaviour, stress, depression, dementia and aging. *J Nutr Health Aging*. 2005 ;9 : 31-38.
8. Christian Meyer, éditeur scientifique, Dictionnaire des sciences animales, Cirad, Montpellier, France, 2024
9. Christie, W. W. (1982). *Lipid Analysis. Isolation, Separation, Identification and Structural Analysis of Lipids*.
10. Collete et Nauem, 1983: *FAO Species Catalogue: Vol. 2 Scombrids of the World. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop., (125) vol. 2: 137 pp.*
11. Christie, W. (1989). *Gas Chromatography and Lipids: A Practical Guide* (1st ed.). The Oily Press.
12. Eymard, S. and Genot, C. (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.

13. Gunstone, F.D., Harwood, J.L., & Dijkstra, A.J. (2007). *The Lipid Handbook* (3rd ed.). CRC Press.
14. Hernández, J. J. C. & Ortega, A. T. S. Synopsis of Biological Data on the Chub Mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782). (Food & Agriculture Org., 2000).
15. Houttuyn, M. (1782). Description de quelques poissons japonais et d'autres créatures marines.
16. Hunter et Kinbrell, 1980: hunter JR et Kinbrell C; 1980. Early life history of pacific mackerel, *scomber japonicus*, U.S. fishery bulletin, 78 :89-101.
17. Hwang, H.-K., Kim, D.-H., Park, M.-W., Yoon, S.-J. & Lee, Y.-H. Effects of water temperature and salinity on the egg and larval of chub mackerel *Scomber japonicus*. *J. Aquac.* 21, 234–238 (2008).
18. idhu, K.S.2003. Health benefits and potential risks to consumption of fish or fish oil. *R. Regul. Toxicol. Pharm.*,38:pp 336-44.
19. Kenneth A. Monsch, 2006 A revision of scombrid fishes (Scombroidei, Perciformes) from the Middle Eocene of Monte Bolca, Italy,
20. Le GALL, 1928. Contribution à l'étude de la sardine des cotes française de la Manche d'atlantique, Deuxième partie : p-24. <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/maquereau/que-contient-maquereau>
21. Masaba ME. Essai d'extraction et de caractérisation des huiles des poissons *Euchilichthys guentheri* Schiltuis, 1891 (Siluriformes, Mochokidae) du Pool Malebo. Travail de fin de cycle en sciences biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo 2018, 36.
22. MINISTERE DE LA PECHE ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUES(MPRH), 2010 – Statistiques de pêche de 2001 à 2009.Algérie.
23. Mohsen Montazer, Soraiya Ebrahimpour-Koujan, Pamela J. Surkan et Leila Azadbakht, « Effects of Fish-Oil Consumption on Psychological Function Outcomes in Psychosis: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials »;2022.
24. Mori TA, Beilin LJ. Omega-3 fatty acids and inflammation. *Curr Atheroscler Rep.* 2004;6:461-467.
25. Mortensen, S. H., Børsheim, K. Y., Rainuzzo, J., & Knutsen, G. (1988). Fatty acid and elemental composition of the marine diatom *Chaetoceros gracilis* Schütt. Effects of silicate deprivation, temperature and light intensity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 122(2), 173- 185.

26. Njeh, I., Tliba, I., Besbes, N., Bouslama, Z. et Sadok, S., (2016). Evaluation de la qualité de la daurade Royale (*Sparus aurata*) d'élevage sur le marché Tunisien. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô. 43p
27. Pergamon Press. Bergé, J. P., & Barnathan, G. (2005). Marine lipids as a source of omega-3 fatty acids: Structural and functional aspects. OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids, 12(4), 259-270.
28. Płotka-Wasyłka, J., Rutkowska, M., Owczarek, K., et al. (2016). Soxhlet extraction: Past and present panacea. Journal of Chromatography A, 1421, 1-9.
29. Sahasrabudhe, S. N. , Rodriguez-Martinez, V. , O'Meara, M. , & Farkas, B. E. (2017). Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures: Measurement and modeling. International Journal of Food Properties, 20, 1965–1981. [[Google Scholar](#)]
30. Silverstein, R.M., Webster, F.X., Kiemle, D.J., & Bryce, D.L. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds* (7th ed.). Wiley.
31. Tomac, A., Cova, M.C., Narvaiz, P. et Yeannes, M.I., (2015). Texture, color, lipid oxidation and sensory acceptability of gamma-irradiated marinated anchovy fillets. Radiation Physics and Chemistry, 106, pp.337-342
32. TORRES IC, MIRA L, ORNELAS CP, MELIM A. Study of the effects of dietary fish intake on serum lipids and lipoproteins in two populations with different dietary habits. British Journal of Nutrition 2000 ; 83 : 371-9
33. Verhandelingen der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 20(2), 311-350. <https://www.aquaportail.com/fiche-poisson-3923-scomber-japonicus.html>]  
Scomber japonicus

J'ai l'honneur de solliciter de votre bien vouloir accepter ma demande dont le analyses physico-chimique des échantillons po mémoire de fin d'étude des étudiantes GAHAM Amira.

**Les analyses physico-chimiques à effectuer sont**

- La viscosité
- La densité
- Le point d'écoulement (PE)
- La tension de surface (TS)
- L'indice de saponification
- L'indice de réfraction (IR)
- L'indice peroxyde (IP)
- L'indice d'acide
- L'indice d'IODE (ID)
- L'infrarouge

Dans l'attente d'une réponse favorable, ve Monsieur l'expression de mes salutations le plus

**Signature de l'encadreur**

M<sup>re</sup> CHAKH AOUSSI . D

A handwritten signature in blue ink is written over a red circular stamp. The signature appears to be 'M<sup>re</sup> CHAKH AOUSSI . D'. The stamp is partially obscured by the signature.

**CENTRE TECHNIQUE**

Laboratoire d'Analyse de la Qualité

Votre partenaire Qualité, Hygiène, Sécurité &amp; Environnement.

Décision ministérielle (commerce) n°088/197 du 20 Août 1997 - Décision ministérielle (ressource en eau) n°426/01 du 16 Mai 2001 -

Ministère de l'Environnement - Représentant de L'IANOR Région Ouest - Agréé par les assurances et les tribunaux.

Décision ministérielle (commerce) N°07/20 du 09 Mars 2020

**RAPPORT D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE N°2633/2024****ECHANTILLON:** HUILE D'EXTRAIT DE POISSON**N° DE LOT:** /**ETAT PHYSIQUE:** Liquide visqueux**DATE DE PRELEVEMENT:** 17/07/2024**DATE DE RECEPTION :** 17/07/2024**DATE D'ETABLISSEMENT:** 24/07/2024**Réf. Client:**

Mme. HAMCHERIF Amira

W. Mostaganem

CARACTRISTIQUES	REFERENCE METHODE	RESULTAT
* Indice de réfraction	NFT60.212	1.344
* Indice de peroxyde	NA 274/1989	4.64 meq D'O2/Kg
* Densité	DENSIMETRE	0.946
* Indice d'acide	NA 273/1989	12.09 mg KOH/gr
--Odeur	Sensorielle	Caractéristique au produit
--Apparence	Examen visuel	Liquide visqueux
--Couleur		Jaune

**Le Directeur du Laboratoire**

**Mr. ZAKI HARIZ**  
Gérant Expert Judiciaire  
en Contrôle de la Qualité

**N.B :** Les résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon reçu.