

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 D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{lle} HATTOU Yasmina

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER ENAGRONOMIE

Spécialité : BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

THÈME

**Effet des saisons de pêche sur la qualité nutritionnelle de la
sardine « *Sardina pilchardus* » pêchée dans la zone de
Mostaganem**

Soutenu publiquement le : 19/06/2016

DEVANT LE JURY

| | | | |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| Président | M. BENABDELMOUMENE D. | Maitre de conférences | U. de Mostaganem |
| Encadreur | M ^{me} . BENMEHDI F. | Maitre-assistant A | U. de Mostaganem |
| Examinatrice | M ^{me} . HAMMOU F. | Maitre-assistant A | U. de Biskra |

*Thème réalisé au Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition - Université de
Mostaganem*

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

*Mes vifs remerciements à **M^{eme}. BENMEHDI.F.** Maître assistant à l'université de Mostaganem pour avoir accepté de diriger ce travail. Et de m'avoir conseillé, orienté judicieusement et encouragé.*

J'exprime toute ma gratitude aux membres du jury :

***M. BENABDELMOUMENE.D.** Maître de conférences à l'université de Mostaganem qui a bien voulu me faire l'honneur de présider mon jury*

*A **M^{eme}. HAMMOU.F.** Maître assistant de l'université de Biskra de l'intérêt qu'elle a bien voulu porter à ce travail en acceptant de l'examiner.*

Enfin, il ne m'est pas possible de conclure sans rendre un vibrant hommage à toutes les personnes connues ou anonymes qui ont bien voulu m'apporter leur soutien moral et matériel dans l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail A :

Mon très cher père « Lahouari », qui a épuisé sa vie et jeunesse et qui n'a jamais su dire non.

*A celle qui a bercée mes nuits qui na vécue que pour me voir un jour réussir
celle qui ma donner tous son amour pour terminer mes études a ma très
chère mère « Fatima ».*

A mes chères sœurs et mes frères.

Ma nièce « Amina »et mon neveu « Toufik ».

A toute la famille : HATTOU, BENSLIMANE et BOUABDALLAH.

*A mes chères ami(e)s : Ramy, Zakaria, Fatiha, Dalal et surtout à ma belle
sœur Nsrine.*

*Ce travail est également dédié à mes collègues d'études et toute la
promotion de 2^{ème} année Master biotechnologie alimentaire.*

Résumé

La wilaya de Mostaganem représente une grande zone de pêche en Algérie. Cette spécificité conféré à cette wilaya une grande importance dans la stratégie nationale de développement du secteur de la pêche et des ressources halieutiques, surtout pour l'espèce de sardine (*Sardina pilchardus*).

L'objet de notre travail est d'étudier et évaluer la qualité nutritionnelle de l'espèce la plus fréquente au littoral de l'ouest algérien pendant le mois de Janvier et Mai ; *Sardina pilchardus*, présentant un stock non négligeable des ressources halieutiques.

Les résultats des analyses biochimiques ont confirmé une teneur en lipides des échantillons de l'année 2013 (11,4g/100g) plus importante que l'année 2016 (9,11g/100g) ceux qui explique probablement la diminution de la richesse du milieu marin en plancton peut être lié à la pollution marine donc une perte de la richesse des poissons en acide gras polyinsaturés qui rentre dans la prévention des maladie cardiovasculaire ,dans le quottions intellectuel des enfants ainsi dans la prévention de plusieurs maladies. D'autre part la teneur en protéine est importante dans la chair de sardine de l'année 2013 du mois de Mai (20,44%), durant la même période la moyenne des protéines de la sardine analysée de cette année 2016 est exprimée à (18,10%).

L'indice de TBA est un très bon indicateur de rancidité de poisson, les résultats obtenus montrent une valeur de TBA qui ne dépasse pas le seuil avec une valeur de (0,49mg équivalent MDA/kg vs 0,52 mg équivalent MDA/kg) dans les deux années (2013,2016) du mois de Mai respectivement ce qui confirme la fraîcheur des échantillons.

Mots clés : *Sardina pilchardus*, Mostaganem, Physico-chimique, Qualité nutritionnelle

Abstract

The wilaya of Mostaganem represent a major fishing area in Algeria .This specificity has given for the wilaya a great importance in the national fisheries sector development strategy and fishery resources, especially for the species of sardines (*Sardina pilchardus*).

The purpose of our work is to study and evaluate the nutritional quality of the most common species in the coast of western Algeria during the month of January and May ; *Sardina pilchardus*, with a sizeable stock of fisheries resources.

The results of biochemical analyzes confirmed a sample of the fat content of 2013 (11,4g/100g) greater than 2016 (9,11g/100g)those that probably explains the decrease of plancton in the marine environment may have been linked to marine pollution therefore a loss in wealth of fish in polyunsaturated fatty acid that enters the prevention of cardiovascular disease, in the quotient intelligence of children and in the prevention of several diseases .on the other hand the protein content is important in the sardine flesh of 2013 in May (20,44%) , during the same period the average of the sardine protein analyzed this year 2016 is expressed (18.10%).

The index of TBA is a good indicator of fish rancidity , the results show a value of TBA not exceeding the threshold with a value of (MDA equivalent 0,49mg / kg vs 0.52 mg equivalent MDA / kg) in both years (2013.2016) in May respectively which confirms the freshness of the samples.

Keywords : *Sardina pilchardus*, Mostaganem, Physico-chemical, Nutritional quality.

ملخص

ولاية مستغانم تمثل منطقة صيد رئيسية في الجزائر. أعطت هذه الخصوصية أهمية كبيرة في استراتيجية التنمية الوطنية لصيد الأسماك والموارد السمكية، وخصوصا سمك السردين (ساردينا pilchardus). والهدف من هذا العمل هو دراسة و تقييم الجودة الغذائية للسردين pilchardus والذي يعتبر الأكثر شيوعا في الساحل الغربي للجزائر خلال الفترة الممتدة من شهر جانفي إلى ماي.

أكدت نتائج تحاليل البيو كيميائية على عينة من السردين أن نسبة الدهون في 2013 بلغت (11.4 غ / 100 غ) و هي الأكبر مقارنة من عام 2016 والتي تبلغ (9.11 غ / 100 غ) والذي ربما يفسر بانخفاض العوالق البحرية في الوسط المائي نتيجة التلوث البحري , بالتالي خسارة الثروة السمكية للأحماض الدهنية المتعددة الغير مشبعة والتي تدخل في الوقاية من أمراض القلب و الاوعية الدموية , ونقص الذكاء عند الأطفال .وفي شهر ماي 2013 نجد أن نسبة البروتينات في عينة من السردين بلغت (20,44%) مقارنة بنفس الفترة من عام 2016 و التي بلغت (18,10%).

مؤشر TBA يعد مؤشرا جيدا للأسماك الفاسدة، فقد بينت النتائج أن قيمة TBA لا يتجاوز العتبة بقيمة (0.49 ملغ EQU / MDA / كغ مقابل 0.52 ملغ EQU MDA / كغ) في شهر ماي لسنتي (2013-2016) على التوالي.

كلمات البحث: ساردينا pilchardus، مستغانم، فيز وكيميائية , الجودة الغذائية

Nomenclature des figures

| Titre des figures | Page |
|--|-------------|
| Figure 01 : Morphologie de <i>Sardina pilchardus</i> | 4 |
| Figure 02 : Morphologie de la sardine (<i>Sardina pilchardus</i>) (Photo original, 2013). | 5 |
| Figure 03 : Algérie - Production mondiale (FAO ,2013) | 8 |
| Figure 04 : Schéma général de l'oxydation des lipides | 20 |
| Figure 05 : Situation géographique de la baie de Mostaganem | 22 |
| Figure 06 : Port de Mostaganem : zone d'échantillonnage | 23 |
| Figure 07 : Mensuration de la sardine (<i>Sardina pilchardus</i>) | 24 |
| Figure 08 : La taille de la sardine échantillonnée | 32 |
| Figure 09 : Poids de la sardine échantillonnée | 32 |
| Figure 10 : Facteur de condition K | 33 |
| Figure 11 : Teneur en matière sèche de <i>Sardina pilchardus</i> | 35 |
| Figure 12 : Teneur en matière minéral de la sardine | 36 |
| Figure 13 : Teneur en matière organique de <i>Sardina pilchardus</i> | 37 |
| Figure 14 : Teneur en protéines de la sardine | 38 |
| Figure 15 : La teneur en lipides de la sardine | 39 |
| Figure 16 : Teneur en mg équivalent MDA/kg de sardine | 40 |
| Figure 17 : Evaluation des valeurs moyennes en pH de la sardine | 41 |

Nomenclature des tableaux

| Titre des Tableaux | Page |
|--|-------------|
| Tableau 1 : Taille de première maturité sexuelle de <i>Sardina pilchardus</i> . | 6 |
| Tableau 2 : Captures en méditerranée en 2006 (tonnes de poids vif). | 8 |
| Tableau 3 : Analyse nutritionnelle moyenne de 100g de sardine. | 9 |
| Tableau 4 : Valeurs nutritionnelles des protéines animales. | 11 |
| Tableau 5 : les acides amines essentielles de différentes protéines. | 12 |
| Tableau 6 : Classement de certains poissons selon leur teneur en lipides. | 12 |
| Tableau 7 : Teneur en vitamine de la sardine. | 14 |
| Tableau 8 : Quelques minéraux présents dans la chair du poisson. | 14 |
| Tableau 9 : Composition comparée de la chair du poisson et du muscle squelettique de mammifère. | 15 |
| Tableau 10 : Concentration des solutions de la méthode de Lowry. | 28 |
| Tableau 11 : Paramètre morpho-métriques des échantillonnées de sardine. | 31 |
| Tableau 12 : Coefficient de condition K. | 32 |
| Tableau 13 : Teneur en matière sèche dans la sardine <i>pilchardus</i> . | 34 |
| Tableau 14 : Teneur en matière minérale de <i>Sardina pilchardus</i> . | 35 |
| Tableau 15 : Teneur en matière organique de <i>Sardina pilchardus</i> . | 36 |
| Tableau 16 : Teneur en protéines de <i>Sardina pilchardus</i> . | 37 |
| Tableau 17 : Teneur en lipides de <i>Sardina pilchardus</i> . | 38 |
| Tableau 18 : Indice TBA de <i>Sardina pilchardus</i> . | 39 |
| Tableau 19 : Evaluation des valeurs moyennes en pH de <i>Sardina pilchardus</i> . | 40 |

Nomenclature des abréviations

| Symbole | Signification |
|----------------|--|
| AEP | Acide eicosapentaénoïque |
| ADH | Acide docosahexaénoïque |
| AG | Acide Gras |
| AGPI | Acide gras polyinsaturé. |
| BSA | Albumine bovine sérique |
| °C | Degré Celsius. |
| CIQUAL | Centre Informatique sur la Qualité des Aliments |
| DPRH | Direction des Produits et Ressources Halieutiques |
| F.A.O | Food and agriculture : organisation pour l'alimentation et l'agriculture |
| L | Longueur |
| Ms | Matière sèche |
| Mm | Matière minérale |
| Mo | Matière organique |
| MDA | Malonaldehyde. |
| N | Nombre |
| PPM | Pays partenaires méditerranéens |
| pH | potentiel hydrogène |
| TCA | Acide trichloroacétique |
| TBA | Acide Thiobarbiturique |
| WT | Poids |

Table de matière

Remercîments

Dédicaces

Résumé

Abstract

Résumé en langue arabe

Liste des figures, des tableaux et des abréviations

Introduction générale..... 1

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la sardine

| | |
|---|----|
| 1. Intérêt du Poisson | 3 |
| 2. Généralité sur la sardine (<i>Sardina pilchardus</i>)..... | 3 |
| 2.1. La sardine..... | 3 |
| 2.2. Classification et position systématique..... | 3 |
| 3. Description et caractères distinctifs | 4 |
| 3.1. Morphologie | 4 |
| 3.2. Coloration | 4 |
| 3.3. Taille..... | 5 |
| 3.4. Relation taille poids..... | 5 |
| 4. Nutrition | 6 |
| 5. Reproduction | 6 |
| 6. Captures, Engins de la pêche..... | 7 |
| 7. Valeur nutritionnelle et diététique de la sardine | 8 |
| 8. Importance économique de la sardine | 10 |

Chapitre II : Composition biochimique de la sardine

| | |
|----------------------|----|
| 1. Eau..... | 11 |
| 2. Protéines..... | 11 |
| 3. Lipides..... | 12 |
| 4. Glucides..... | 13 |
| 5. Vitamines..... | 13 |
| 6. Sel Minéraux..... | 14 |

Chapitre III : Altération des poissons

| | |
|---|----|
| 1. Altération du poisson..... | 16 |
| 1.1. Altération microbiologique..... | 16 |
| 1.2. Altération autolytique..... | 16 |
| 1.3. Altération chimique (oxydation)..... | 17 |
| 2. Changements intervenants après la mort du poisson..... | 17 |
| 2.1. Changements sensoriels..... | 17 |
| 2.2. Changements bactériologiques..... | 17 |
| 2.2.1. Avant la pêche..... | 17 |
| 2.2.2. Après sa pêche..... | 17 |
| 2.2.3. Bactéries de l'altération..... | 17 |
| 2.2.3.1. Germes dangereux pour la santé..... | 17 |
| 2.2.3.2. Micro-organismes transmis lors de la réparation..... | 18 |
| 2.3. Changement chimique..... | 18 |
| 2.4. Changement physique..... | 18 |
| 2.4.1. Variation de pH..... | 18 |
| 2.4.2. Changements autolytiques..... | 19 |
| 3. Oxydation des lipides..... | 19 |
| 4. Contamination des produits de la mer..... | 21 |
| 4.1. Contamination des eaux de pêche..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Contamination postérieure à la pêche | 21 |
|---|----|

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. L'objectif | 22 |
| 2. Site de pêche..... | 22 |
| 2.1. Choix de station | 22 |
| 2.2. Choix de l'espèce | 23 |
| 3. Laboratoire d'analyse | 24 |
| 3.1. Echantillonnage | 24 |
| 4. Analyses physico-chimique..... | 24 |
| 4.1. Morphométrie..... | 24 |
| 4.2. Détermination de la teneur en matière sèche | 25 |
| 4.3. Détermination de la teneur en matière minérale | 25 |
| 4.4. Détermination de la teneur en matière organique | 25 |
| 4.5. Déterminations du pH | 25 |
| a) Mode opératoire | 26 |
| 4.6. Dosage des lipides totaux | 26 |
| a) Principe | 26 |
| b) Mode opératoire | 26 |
| 4.7. Dosage des protéines brutes (méthode de Lowry et al ,1951)..... | 27 |
| a) Principe | 27 |
| b) Mode opératoire..... | 27 |
| c) Expression des résultats | 28 |
| 4.8. Estimation du degré d'oxydation des lipides du poisson (TBA) | 29 |
| a) Principe | 29 |
| b) Mode opératoire | 29 |
| c) Expression des résultats | 30 |

Chapitre II : Résultats et discussion

| | |
|---|-----------|
| 1. Paramètres morpho-métriques | 31 |
| 1.1. Taille et poids | 31 |
| 1.2. Facteur de condition (K) | 32 |
| 2. Caractéristiques physico-chimiques | 33 |
| 2.1. Teneur en matière sèche | 34 |
| 2.2. Teneur en matière minérale | 35 |
| 2.3. Teneur en matière organique | 36 |
| 2.4. Teneur en protéines | 37 |
| 2.5. Teneur en lipides totaux | 39 |
| 2.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides du poisson | 40 |
| 2.7. Evolution du pH | 41 |
| Conclusion | 43 |
| Références bibliographiques | |

Introduction Générale

Dans le bassin Méditerranéen, l'apport nutritionnel du citoyen algérien est inférieur à celui des habitants riverains 3,2kg/ha/an malgré les efforts employés par l'Etat Algérien pour l'amélioration du secteur halieutique, avec une norme de 6 kg/ha/an (OMS – 2005).

Les poissons se constituent comme source riche en protéine de haute valeur biologique (lysine, alanine...), vitamines (A, D, B12), minéraux (Phosphore, Sodium, Calcium...) et enfin riche en lipides essentiels (EPA, DHA) qui conditionnent sa valeur diététique.

Ces acides gras sont notamment reconnus pour participer à la prévention des maladies cardiovasculaires (**Psota et al., 2006**), des maladies inflammatoires (**Simopoulos, 2002**) et des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer (**Moyad, 2005**).

Le potentiel biologique important que recèle la cote Algérienne sur une étendue de 1200 km offre de grandes opportunités d'investissements rentables pour les opérateurs publics et privés.

Les structures de capture passent automatiquement de la gestion des ressources à la commercialisation par les techniques d'exploitation soutenues par une relance économique. L'enveloppe allouée à ce secteur est de 12 milliards de dinars durant la période de 2005-2009.

La mer méditerranéenne est connue par sa richesse en produits marins en 2006, la production totale de poisson réalisée par les pays partenaires méditerranéens (PPM) a atteint 2,8 millions de tonnes (**Cross, Kong, 2006**).

La pêche sardinière, l'une des principales composantes des produits de la pêche, évaluée à 70% des ressources halieutique (**Zeghdoudi, 2006**), est destinée dans sa totalité à satisfaire le marché interne.

En Algérie, les poissons sont diversifiées et sont sujets à des fluctuations inter annuelles en terme de composition et de répartition géographique au gré des conditions hydro climatiques dont jouit la méditerranée et la faible intensité du Upwelling (processus d'enrichissement marins) par rapport à la zone atlantique. Cette répartition est déterminée par le triptyque qualité, prix et disponibilité notamment en ce qui concerne la sardine.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation nutritionnelle de la sardine *Sardina pilchardus*, produit issu de la pêche. A ce titre, le principal objectif de ce travail est l'analyse biochimique de cette espèce afin de mettre en évidence l'importance de sa consommation qui joue un rôle dans l'équilibre alimentaire.

1. Intérêt du Poisson

Le poisson joue un rôle important dans la nutrition humaine en raison de ses qualités nutritionnelles mais aussi pour le vaste choix qu'il offre au niveau gustatif, de la texture ou de la forme sous laquelle il est commercialisé : entier ou en filet, frais, congelé, salé, fumé, séché ou transformé (Conserves, plats préparés, surimi...). En 2001, la consommation moyenne au niveau mondiale était de (16,3 Kg/hbt) (**Duma, 2006**).

Ce pendant, les apports en protéines animales moyens sont encore majoritairement issus de la viande, la volaille et des produits laitiers (**FAO fisheries département -2004**). Pourtant les qualités nutritionnelles du poisson sont en général supérieures ou égales à celles de la viande, la teneur en protéines de la chair de poisson étant, quelle que soit l'espèce, équivalente à celle de la viande (**Piclet, 1987**).

2. Généralité sur la sardine (*Sardina pilchardus*)

2.1. La sardine

Le terme « sardine » est apparu au XIII^e siècle. Il vient de l'expression latine *sardaesine sardinae*, littéralement «poisson de Sardaigne». (**Larousse, 1971**).

2.2. Classification et position systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Vertèbres.

Sous- Embranchement : Gnathostomes

Super- classe : Poisson

Classe : Osteichtyens

Sous-classe : Actinopterygiens.

Super-ordre : Téléostéens.

Ordre : Clupiformes.

Sous –ordre :Clupeoides.

Famille : Clupeidae.

Genre : Sardina.

Espèce : Pilchardus.

Nom binominal : *Sardina pilchardus*. (**Walbaum, 1792**).

3. Description et caractères distinctifs

3.1. Morphologie (Figure n°01)

Sardina pilchardus est un poisson migrateur pélagique (Carries, 1976). Corps à section transversale ovale, carène ventrale peut développer mais visible de la gorge à l'anus, nageoire dorsale débutant de l'origine des nageoires pelviennes, opercule présentant des stries rayonnantes très prononcées, mâchoire supérieure dépourvue d'échancrures médianes, mâchoire inférieure n'atteignant pas le bord postérieur de l'œil. (Clifman, 1984).

Les branchies comportes de 70 à 100 branchiopodes, avec présence de paupières adipeuses en avant et en arrière de l'œil. (FAO, 1983).

D'après (Muss et al., 1998), il y a environs 80 grandes écailles minces, caduques, argentées et fragiles recouvrent une autre couche d'écailles plus petites, elles forment deux ailettes en fin du pédoncule caudal.

3.2. Coloration :

Le dos de la sardine est bleu-vert, les flancs brillants et argentés sont marqués d'une bande longitudinale aux reflets dorés, le ventre caréné est d'un blanc argenté. Souvent, à l'arrière de l'opercule se dessine quelques points noirs mais aucune ligne latérale ne marque les flancs. (Josiane Cyr, 2006).

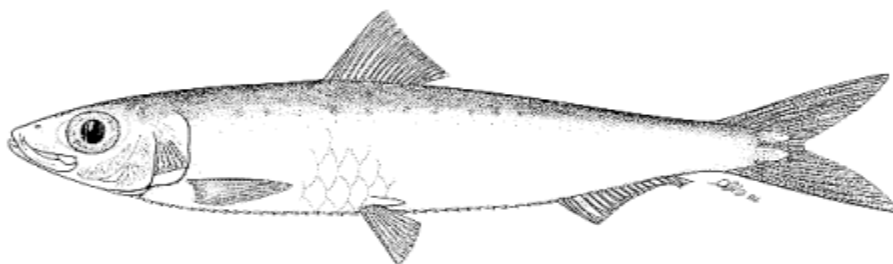


Figure n°01 : Morphologie de *Sardina Pilchardus* (Walbaum, 1792)



Figure n°02 : Morphologie de la *Sardina pilchardus* (Photo original, 2016).

3.3. Taille

- Maximum: 22cm en Méditerranée.
17cm en mer noire.
25cm dans l'atlantique.
- Commune : 10 à 25cm en Méditerranée.
06 à 08cm en mer noire. (FAO, 1983)

D'après les travaux de **Mouhoub, (1986)** ; la croissance en taille des sardines de la région d'Alger est comparable à celle d'autre région méditerranéenne et qu'aucun individu n'excédait la taille de 20cm.

3.4. Relation taille poids

Les paramètres de la relation taille poids pour la sardine ont fait l'objet de nombreux travaux dans la méditerrané et l'atlantique. La taille de premières maturités sexuelles de la sardine *Sardina pilchardus* varie selon les années et la zone considérée (Tableau1). Cette variabilité est due a la date de déclenchement de la ponte (ponte précoce ou tardive selon les années) et du recrutement annuel correspondant (**Abad et al ., 1993**).

Tableau 01: Taille de première maturité sexuelle de *Sardina pilchardus* dans divers secteurs de l'océan Atlantique et du bassin méditerranéen. (*: Longueur à la fourche).

| Mer Méditerranée | Mâles | Femelles | Auteurs |
|----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|
| Golfe de Lion | 13,8 cm | 14 cm | Lee, 1961 |
| Castellon | 11,7 cm | 11,3 cm | Larraneta, 1976 |
| Baie d'Oran | 11,1 cm * | 11,1 cm * | Bouchereau, 1981 |
| Mer d'Alboran (1989) | 13,6 cm | 13,8 cm | Abad <i>et al.</i> , 1993 |
| Mer d'Alboran (1991) | 12,8 cm | 12,5 cm | Abad <i>et al.</i> , 1993 |
| Océan atlantique | Mâles | Femelles | Auteurs |
| Cadiz | 10,5 cm | 11,5 cm | Rodriguez-Roda, 1970 |
| Galice | 14,5 cm | 14,5 cm | Perez <i>et al.</i> , 1985 |
| Iles Canaries | 15 cm | 15,2 cm | Mendez-Vilamil <i>et al.</i> , 1997 |
| Région de Lâayoune (Maroc) | 16,3 cm | 17,5 cm | Amenzoui <i>et al.</i> , 2005 |

4. Nutrition

Les poissons adultes se nourrissent de zoo plancton, alors que les jeunes stades se nourrissent de phytoplancton, qui contient des diatomées (**Cepede, 1970**).

La sardine se nourrit notamment de crustacés (copépodes) ou de larves de crabes mais elle ne dédaigne pas les œufs pélagiques d'autres espèces (**Josiane Cyr, 2006**).

5. Reproduction

La sardine pond principalement entre septembre et juin sur les cotes atlantiques européennes et de méditerranée, et d'octobre à juin sur les cotes Africaines (**Amnezoui, 2006**).

La ponte de la sardine est fortement corrélée aux facteurs environnementaux, comme la température et l'hydrodynamisme (**Oliver et al.**, 2001). Elle s'effectue entre 12°C et 18°C et se prolonge sur la majeure partie du plateau continental (**Ettahiri et al.**, 2003 ; **Coombs et al.**, 2006).

La reproduction a lieu en haute mer ou près des côtes à différentes époques de l'année suivant la localité. Les alevins retournent près des côtes et y restent jusqu'au début de l'hiver, la sardine femelle pond 50.000 à 60.000 œufs pélagiques mesurant environ 1,5mm. (**Muss et al.**, 1998).

Les œufs éclosent après deux à quatre jours. Les larves mesurant 4 mm de longueur, ils deviennent mûrs après deux années, atteignant une longueur de 20 cm et 26 cm au maximum à 15ans. (**Alvarez, 1992 ; Morales et al.**, 1980).

D'après la **FAO 2013**, la production mondiale de poisson et de produits de la pêche est passée de 140 millions de tonnes en 2007 à 145 millions de tonnes en 2009, dont une grande partie est assurée par l'aquaculture, avec une croissance annuelle de près de 7 pour cent.

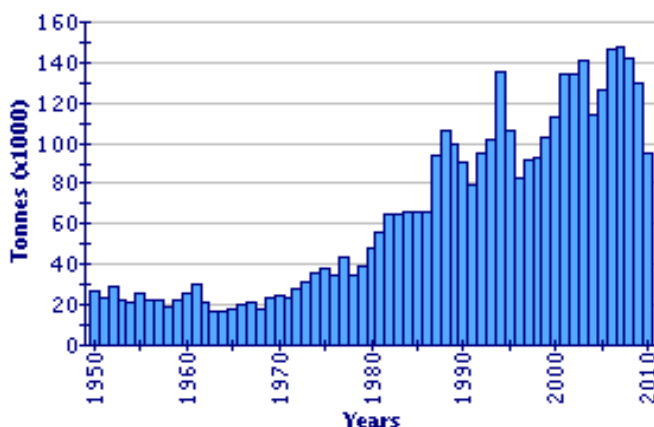
6. Captures, Engins de la pêche

L'utilisation de la lumière pour attirer les poissons est une pratique ancienne largement répandue par exemple en méditerranée pour la pêche de la sardine. Lorsque les poissons sont dispersés ou ne montent pas assez près de la surface, on peut associer aux sennes coulissantes, aux filets soulevés aux lignes avec cannes ou lignes à mains, des dispositifs de concentration de poissons ou des systèmes d'attractions par la lumière. La production mondiale de la pêche et de l'aquaculture marines a atteint 98 millions de tonnes en 2003. La production des pêches pratiquées par les pays partenaires méditerranéens (PPM) atteint 2,8 millions de tonnes en 2006 (**Cross ; Kong, 2006**).

Tableau 02 : Captures en méditerranée en 2006 (tonnes de poids vif) (Cross ; Kong, 2006)

| Ppm | 878720 | UE/27 | 564577 |
|---------|--------|----------|--------|
| Algérie | 145764 | Espagne | 130723 |
| Egypte | 72667 | France | 32306 |
| Maroc | 48815 | Italie | 298307 |
| Tunisie | 110903 | Grèce | 92549 |
| Turquie | 489166 | Roumanie | 614 |

En Algérie, la sardine est pêchée toute l'année sur des fonds allant de 30 à 120 m et essentiellement la nuit, à l'aide de canot porte feu, au ring net (maille de 15 mm de coté) ou a la senne coulissante (maille de 9,2 mm de coté) (**kadari, 1984**).

**Figure n°03** : Algérie - Production mondiale (FAO, 2013)

7. Valeur nutritionnelle et diététique de la sardine

La sardine est également un des poissons les plus riches en protéines (20%), ces dernières ont une très bonne valeur nutritionnelle (Tableau 03). Avec toutes ces qualités, la sardine est un aliment hypocalorique (170 kcal pour 100 g) pouvant être intégrée dans la plupart des régimes alimentaires (**Koning et Mol, 1991**). Elle a ainsi été classée parmi les espèces de poissons possédant les meilleures recommandations nutritionnelles (**Sidhu, 2003**).

Tableau 03 : Analyse nutritionnelle moyenne de 100g de sardine. CIQUAL (2012)

| Energie | 163 Kcals | % des AJR* |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| Protéines | 23g | 46% |
| Lipides | 13,7 g | 20 % |
| Acides gras/saturés | 5,8 | - |
| Acides mono/insaturés | 2,4 g | - |
| Acides poly/insaturés | 2,6 g | - |
| Cholestérol | 100 mg | - |
| Minéraux | | |
| Phosphore | 270 mg | 33 % |
| Magnésium | 28 mg | 9 % |
| Calcium | 85 mg | 10 % |
| Sodium | 400 mg | 17 % |
| Fer | 1,4 mg | 10 % |
| Vitamines | | |
| Vitamine A | 16 µg | 2 % |
| Vitamine D | 11 µg | 220 % |
| Vitamine B2 | 0,25 mg | 15 % |
| Vitamine PP | 8,2 mg | 45 % |
| Vitamine B12 | 6 µg | 600 % |

8. Importance économique de la sardine

Au moyen âge elle a joué un rôle primordiale de l'alimentation des européens particulièrement au prés des plus pauvres qui trouvaient là une source peut dispendieuse de protéines et d'énergie (**Josiane Cyr, 2006**).

La chair de la sardine est universellement appréciée. Elle se consomme fraiche, en conserve à l'huile, à la tomate ou en salaison, une partie importante est également conservée dans le sel et le vinaigre ou vendue fraiche. (**FAO, 1996**).

La sardine est également vendue comme appât pour la pêche d'autre espèce et pour la transformation en farine et en huile (**Larousse, 1971**).

- **Composition biochimique de la sardine**

La composition chimique de la sardine varie considérablement d'une espèce et d'un individu à l'autre selon l'âge, la maturation sexuelle, les changements de saison, les cycles alimentaires, le comportement migratoire (**Corraze et al., 1999**).

La sardine est un poisson gras qui contient certains principes actifs ayant des effets intéressants sur la santé, le principal étant assurément son contenu en acides gras Oméga-3. Sans oublier les nutriments contenus dans ce poisson, tels que le calcium, le sélénium, le phosphore, la vitamine D et des vitamines du groupe B, ce qui en fait un aliment à intégrer plus souvent à notre alimentation (**Caroline Trudeau, 2006**).

1. Eau

La chair de poisson est souvent moins grasse que celle des animaux terrestres. Elle contient donc plus d'eau et atteint ainsi une teneur moyenne de 80% sauf pour les poissons gras pour lesquels les valeurs atteignent 70 à 75%. Son rôle important notamment au cours de la conservation du poisson, car elle est responsable de la texture de la chair et de sa tendance à s'altérer (**Amanatidou et al., 2000**).

2. Protéines

Tous les poissons contiennent 18 à 25% de protéines. Ils peuvent très bien remplacer la viande rouge. Ces protéines sont renferment tous les acides aminés essentiels qui ont une très haute valeur biologique (**Neurat, 2001**).

Tableau 04 : Valeurs nutritionnelles des protéines animales.

(**Neurat, 2001**).

| Protéines animales. | UPN (Utilisation Protéique Nette). |
|----------------------------|---|
| Viande | 82 |
| Poisson | 83 |

Tableau 05: pourcentages d'acides aminés essentiels de différentes protéines (**Braekkan, 1976**).

| Acides aminés | Poisson | Lait | Bœuf | Œuf |
|----------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| Lysine | 8,8 | 8,1 | 9,3 | 6,8 |
| Tryptophane | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Histidine | 2,0 | 2,6 | 3,8 | 2,2 |
| Phénylalanine | 3,9 | 5,3 | 4,5 | 5,4 |
| Leucine | 8,4 | 10,2 | 8,2 | 8,4 |
| Isoleucine | 6,0 | 7,2 | 5,2 | 7,1 |
| Thréonine | 4,6 | 4,4 | 4,2 | 5,5 |
| Méthionine-cystéine | 4,0 | 4,3 | 2,9 | 3,3 |
| Valine | 6,0 | 7,6 | 5,0 | 8,1 |

3. Lipides

Le contenu en lipides des poissons est très variable d'une espèce à l'autre mais n'excède pas 15%. Il est néanmoins habituel de classer les poissons en trois groupes (Tableau 06) : maigre, semi-gras et gras en fonction de leur teneur en lipides. (**Barbier, 2001**)

Tableau 06: Classement de certains poissons selon leur teneur en lipides (**Barbier, 2001**).

| Maigre (Lipides < 2%) | Semi – gras (2% < Lipides < 6%) | Gras (Lipides ≥ 6%) |
|---|--|--------------------------------------|
| Bar | Courge | Harengs |
| Sol | Turbot | Anchois |
| Merlan | Flétan | Maquereaux |
| Cabillaud | Espadon | Sardine |
| Carpe | Truite | Thon |
| | | Saumon |

La sardine est considérée comme un poisson gras (Tableau 06). Le contenu élevé en matières grasses, et donc en acides gras oméga-3 des poissons gras, leur confère des avantages incontestables pour la santé. **(Calder, 2004)**

La sardine est une excellente source d'acide eicosapentaénoïque (AEP) et d'acide docosahexaénoïque (ADH), deux acides gras de la famille des oméga-3. Ces acides gras agissent comme précurseurs de messagers chimiques favorisant un bon fonctionnement des systèmes immunitaire, circulatoire et hormonal. **(Horroks et Yeo, 1999 ;Larsson et al., 2004)**

Des études ont aussi démontré que les gens consommant plus de poisson présentaient moins de cas de dépression. **(Ness et al., 2003)** et moins de risque d'être atteints de la maladie d'Alzheimer. **(Morris et al., 2003)**.

Concernant le cholestérol, se dernier se trouve a des taux bien inférieur à 100mg/100g et légèrement au dessus des niveaux rencontrés dans les muscles des mammifères. **(Ackman, 1980)**.

4. Glucides

La chair de poisson ne contient pratiquement pas de glucides **(Comlade, 1993)**, il y a un peu de glucose libre et des traces de ribose. L'acide lactique produit terminal stable de la glycolyse, se trouve à raison de 10 à 20 mg pour 100g dans le sang et 300 à 600 mg dans les muscles de l'animal au repos selon l'espèce. **(Passeport santé.net, 2006)**

5. vitamines

Le contenu en vitamines de la chair de poissons est variable selon l'espèce, la saison et la zone géographique d'habitat **(Southgate et Greenfield, 2007)**.

Les vitamines liposolubles sont plus concentrées lorsque la chair est grasse contiennent des quantités appréciables des vitamines A, D et E. le poisson est la meilleure source de vitamine B6, il est riche en vitamine B12. Les autres vitamines de groupe B sont présentes en quantités plus modestes mais contribuent à couvrir une partie des besoins des consommateurs **(Southgate et Greenfiend, 2007)**.

Tableau 07 : Teneur en vitamine de la sardine (Murray et Burt, 1969).

| Vitamines | Chair de la sardine |
|------------------------------------|---------------------|
| A (UI/g) | 20 – 400 |
| D (UI/g) | 100 – 300 |
| B ₁ :Thiamine (mg/g) | 0,4 |
| B ₂ :Riboflavine (mg/g) | 3,0 |
| Niacine (mg/g) | 40 |
| Acide pantothénique (mg/g) | 10 |
| B ₆ :(mg/g) | 4,5 |

6. Sel Minéraux

Le poisson est une source appréciable, non seulement de calcium et de phosphore, mais aussi de potassium et de fer et de cuivre (Tableau 08), le potassium est l'élément minéral le plus abondant, sa concentration est semblable à celle des viandes (300 à 600mg/ 100g). La chair de poisson se caractérise aussi par sa richesse en phosphore (8 à 15 fois plus que la viande) qui est apporté majoritairement par l'alimentation (Lall el lewis-Mccrea, 2007).

Tableau 08: Quelques minéraux présents dans le muscle du poisson

(Murray et Brut, 1969)

| Elément | Moyenne (mg/100g) | Intervalle (mg/ 100g) |
|-----------|-------------------|-----------------------|
| Sodium | 72 | 30-134 |
| Potassium | 278 | 19-502 |
| Calcium | 79 | 19-881 |
| Magnésium | 38 | 4,5-452 |
| Phosphore | 190 | 68-550 |

Tableau 09 : Composition comparée de la chair du poisson et du muscle squelettique de mammifère (Love, 1980).

| Constituant | Poisson | | | Muscle squelettique de mammifère |
|---------------------|----------------|-------------------|---------|---|
| | Minimum | Intervalle normal | Maximum | |
| Protéines | 6 | 18-25 | 28 | 15-23 |
| lipides | 0,9 | 4-25 | 67 | 4-15 |
| Hydrates de carbone | | <0,5 | | 0,5-1,0 |
| Eau | 28 | 66-81 | 96 | 65-72 |

1. Altération du poisson

Parmi les poissons frais qui tous subissent des phénomènes enzymatiques très fragilisant, la sardine se détériore encore plus rapidement à cause de sa fragilité musculaire, la moindre pression suffit à l'abîmer la rendant impropre à la consommation (**FAO, 2000**).

Ce poisson bleu a de plus une activité métabolique rapide. D'où la nécessité de le conserver au froid aussitôt que possible (**Hansen et Jensen, 1982**)

Dès la mort du poisson, il se met en place un processus d'altération qui fait intervenir largement l'autolyse. Les enzymes digestives du poisson détruisent la barrière intestinale, et permettent la dissémination des germes présents (**Bourgeois et al., 1980**).

D'après (**Parigi, 1996**), la chair du poisson s'altère plus rapidement que la viande des autres mammifères à cause de multiples raisons dont :

- ❖ La teneur en eau très élevée.
- ❖ La qualité réduite du tissu conjonctif.
- ❖ La concentration importante d'azote extractible.
- ❖ La présence de lipides fortement insaturés.

Il a été établi, depuis de nombreuses années, qu'il existe au moins deux types d'altérations du poisson : bactérienne et enzymatique (**Huss, 1999**).

1.1. Altération microbiologique

La perte initiale des espèces de poissons frais (non conservés) maigres ou non gras, qu'ils soient ou non réfrigérés, est due à des modifications autolytiques alors que l'altération est principalement due à l'action des bactéries. Les organismes spécifiques de l'altération produisent les métabolites responsables des saveurs et des odeurs désagréables liées à l'altération (**Huss, 1998**).

1.2. Altération autolytique

L'altération autolytique est responsable d'une perte très rapide de la qualité du poisson frais mais ne contribue que très peu à l'altération des poissons et autre produit de la pêche réfrigérés. La seule exception est l'apparition rapide d'odeurs et de colorations anormales dues à l'action des enzymes présents dans les intestins de certains poissons non éviscérés. (**Huss, 1998**).

1.3. Altération chimique (oxydation)

Les processus d'altération chimique les plus importants sont les modifications qui se produisent dans la fraction lipidique des poissons. Les processus d'oxydations, ou auto-oxydation, sont des réactions où interviennent que l'oxygène et les lipides insaturés (**Huss, 1998**).

2. Changements intervenants après la mort du poisson

2.1. Changements sensoriels

Les changements sensoriels sont ceux perçus par les sens, c'est-à-dire : Apparence, odeur, texture, et goût (**FAO, 2000**).

Les mauvaises odeurs traduisent les altérations biochimiques d'un produit et sont souvent de très bons indicateurs d'altérations (**Jacoben, 1999**).

2.2. Changements bactériologiques

2.2.1. Avant la pêche

La contamination des animaux aquatiques met en cause très peu de germes qui sont par ailleurs moins fréquemment communs entre les humains et les poissons. Les agents microbiens seraient essentiellement des grams négatifs, légèrement sporogène. (**Ghiraud, 1998**).

Dans l'eau le muscle est à priori stérile car les germes se trouvent soit à l'extérieur (sur la peau), soit dans les organes digestifs (les viscères) (**Montassier, 1998**).

2.2.2. Après sa pêche

La mort du poisson fait disparaître la notion de stabilité entre l'intérieur et l'extérieur du spécimen. Les tissus n'arrêtent plus les échanges profonds qui facilitent toutes les migrations (élévation de température, déplacements microbiens). Le climat chaud et les saisons ensoleillées renforcent cela s'il reste du sang dans les cavités circulatoires (**Jouve, 1996**).

2.2.3. Bactéries de l'altération

2.2.3.1. Germes dangereux pour la santé

Le poisson capturé dans les zones non polluées ne contient normalement aucun germe pathogène. Toutefois, il existe deux exceptions à cette règle : *Clostridium botulinum* et

Vibrio parreolyticus qui font partie de la flore commensale du poisson et les produit de la pêche. (Huss, 1998).

2.2.3.2. Micro-organismes transmis lors de la réparation

Les stades de la manipulation (déparquement, triage, calibrage...) sont les points critiques où l'homme peut contaminer la matière première. (Montassier, 1998).

- ❖ **Les salmonelles** : Ce sont des bactéries intestinales. Ce genre est composé d'environ 2000 sérotypes dont la plupart sont pathogènes pour l'homme. (Huss, 1998).
- ❖ **Escherichia coli** : sont aérobies survivent très longtemps aussi bien dans des eaux sales froides que des eaux chaudes propres. Le pêcheur peu de la sorte très facilement souiller sa capture. (Montassier, 1998).
- ❖ **Shigelles** : viennent de tout porteur de germes qui ne se lave pas les mains.
- ❖ **Staphylocoques dorés** : Se trouvent dans le nez, gorge et peau ; ils peuvent donc facilement contaminer les aliments (Peiffer, 1999).

2.3. Changement chimique

Les processus d'altération chimique les plus importants sont les modifications qui se produisent dans la fraction lipidique des poissons (production de l'ABVT, production d'H₂S)

2.4. Changement physique

2.4.1. Variation de pH

Pour les espèces marines, la nature du muscle influe sur son pH initial. Il est de 6,25 pour la chair rouge et de 6,85 pour la chair blanche. Suite à mort de l'animal, le muscle est privé d'oxygène. Alors une glycolyse anaérobie se met en place et produit l'acide lactique. Cet acide contribue à diminuer le pH jusqu'à une valeur considérée comme ultime. (Cheret et al., 2005).

Le pH du muscle du poisson est proche de la neutralité, mais il diminue normalement pendant le premier jour qui suit la mort en donnant formation d'acide lactique en anaérobiose,

puis se stabilise ou augmente légèrement par la suite de l'accumulation des composés basiques (**Huss, 1988**).

2.4.2. Changements autolytiques

Les premiers processus autolytiques dans le muscle du poisson concernent les hydrates de carbone et les nucléotides. Les processus autolytiques se font de la même manière dans tous les poissons, mais à une vitesse qui varie énormément d'une espèce à l'autre (**Huss, 1988**).

3. Oxydation des lipides

Les lipides sont très sensibles aux réactions d'oxydation qui produisent des composés contribuant à la dégradation des propriétés sensorielles du produit (**Jacobsen, 1999**). L'oxydation peut être déclenchée et accélérée par la chaleur, la lumière (et notamment les rayons UV) et plusieurs substances organiques et minérales (par exemple le cuivre et le fer) (**Huss, 1998**).

La stabilité du muscle vis-à-vis de l'oxydation dépend de la localisation, de la composition, de la concentration et de la réactivité de trois facteurs : les substrats et les catalyseurs de l'oxydation et les antioxydants (**Decker & Xu, 1998**). Au niveau des tissus vivants, il existe des mécanismes naturels de contrôle de l'oxydation afin de prévenir la destruction oxydative des lipides membranaires, des protéines et des acides nucléiques. Ainsi, il existe une régulation des systèmes pro-oxydants et antioxydants qui permettent de maintenir la balance entre les facteurs impliqués dans les réactions d'oxydation. La régulation des facteurs pro et antioxydants est perturbée à la mort de l'animal et durant le stockage et la transformation des muscles. Ce dérèglement induit des changements des propriétés biochimiques du muscle (**Hultin, 1994**). Ces modifications sont caractérisées notamment par une augmentation de la teneur en fer libre (**Decker & Hultin, 1990**), une activation des protéines héminique (**Kanner et coll, 1987**), la dégradation des membranes (**Huang et coll, 1993**). Ces différents facteurs favorisent le développement des réactions d'oxydation qui induisent la dégradation des propriétés biochimiques, organoleptiques et nutritionnelles de l'aliment (**Frankel, 1998**).

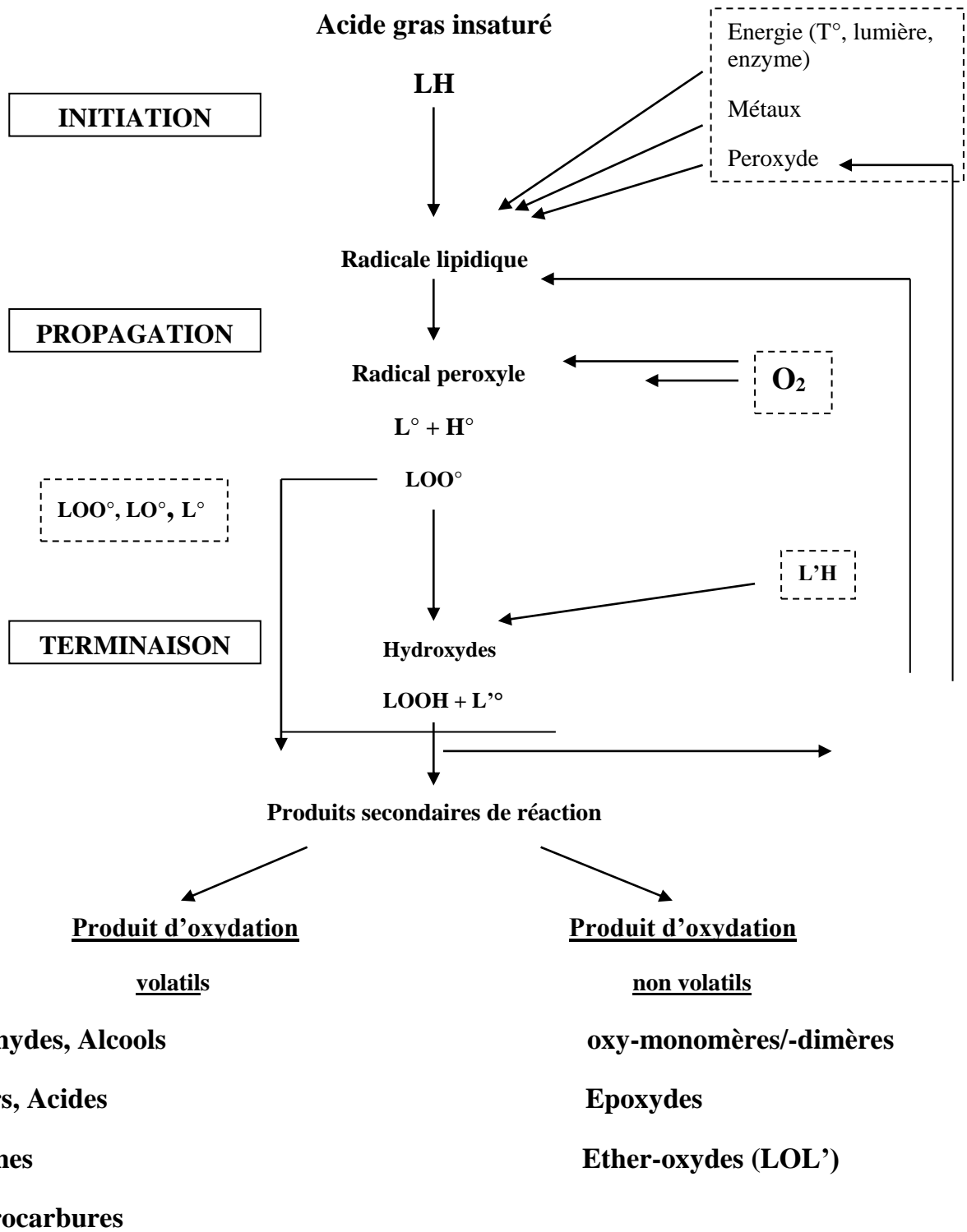


Figure n°04: Schéma général de l'oxydation des lipides (Eymard, 2003).

4. Contamination des produits de la mer

La rencontre de microorganismes de contamination dans les produits de la mer peut avoir deux origines principales :

4.1. Contamination des eaux de pêche

La microbiologie du milieu aquatique va conditionner de façon importante celle des poissons. L'eau des rivières, des lacs et des mares contient une flore importantes, ces eaux peuvent être extrêmement polluées par les rejets humains et animaux donc des germes pathogènes (Salmonella, shigella, vibrio, clostridium...) (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Les zones littorales sont soumises à une pollution qui peut être assez importante. Les pathogènes apportés par cette voie sont généralement des organismes à transmission fécale. (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Chez les poissons, les germes contaminants se rencontrent généralement dans les branchies, dans l'intestin, et sur la peau. (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

4.2. Contamination postérieure à la pêche

Un produit non contaminé à l'origine peut avoir été souillé lors des divers stades qui précèdent sa mise sur le marché (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

La contamination peut déjà avoir lieu à bord du bateau, par contact avec du matériel souillé (caisses, glace de mauvaise qualité bactériologique). Le lavage par des eaux contaminées peut parfois expliquer l'apport de germes dangereux.

Le fait plus marquant est la rupture de la chaîne du froid dont les répercussions sur la qualité sont très importantes. Les poissons déglacés au débarquement ne seront à nouveau mis sous glace qu'en fin de ressuyage (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

1. Objectif

Ce présent travail a pour but d'évaluer l'effet des saisons sur la qualité nutritionnelle d'une espèce de sardine (*Sardina pilchardus*).

2. Site de pêche

La sardine étudiée est pêchée au niveau de la cote de la wilaya de Mostaganem (port de Mostaganem).

2. 1. Choix de station

Le choix de la station de Mostaganem est au fait qu'elle est riche en produit halieutique ainsi pour la classe importante qu'occupe ce port dans l'économie du pays.

- La baie de Mostaganem est délimitée par la vallée du Chélif à l'Est, Macta à l'Ouest et par la méditerranée au nord ($00^{\circ} 05'$ Est et $36^{\circ}00'$ Nord) (Figure 05), (DPRH, 2004).

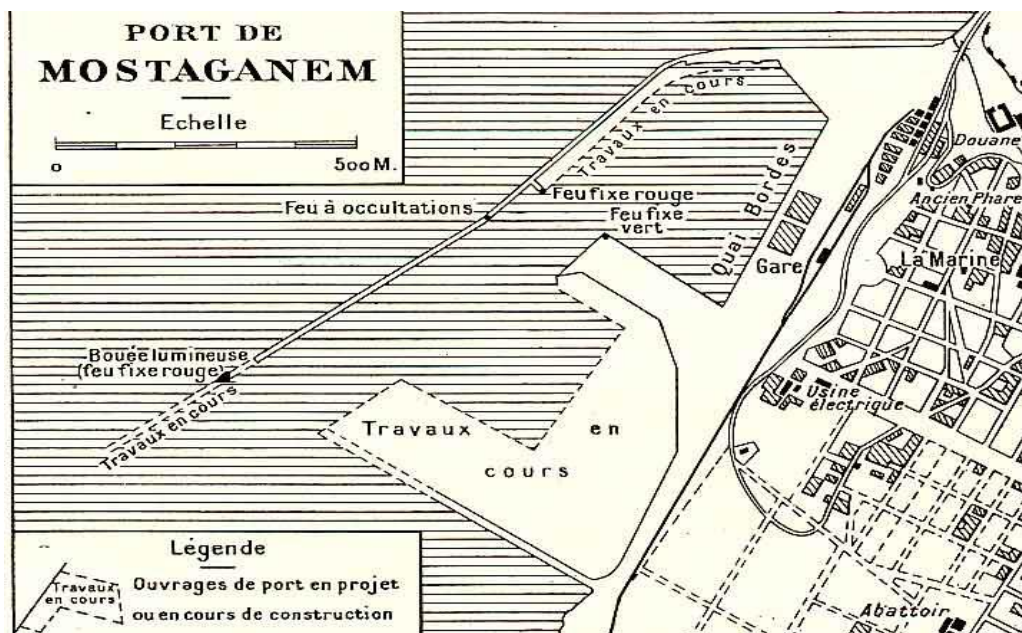


Figure n°05 : Situation géographique de la baie de Mostaganem. (DPRH, 2004).

Il est caractérisé par un courant dominant au large de la région de Mostaganem est d'origine atlantique. L'eau de mer de cette région contient 30% des sels minéraux, dont 27% de NaCl, les cations les plus abondants sont : Na^+ , K^+ , Mg^{++} , et Ca^{++} . (Tahri et Redjem, 2003). La température des couches superficielles varie entre 21°C et 27°C en moyenne.

Les températures maximales se situent en été (au mois d'aout) et se prolongent jusqu'au mois d'octobre. Les températures minimales se signalé le mois de février et mars.

En profondeur, les températures sont plus basses et relativement stables entre 13°C et 14°C (Lalami-Taleb, 1970)



Figure n°06 : Port de Mostaganem : zone d'échantillonnage

(Photo original, 2013)

2.2. Choix de l'espèce

Le choix c'est porté sur la sardine «*Sardina pilchardus*» pour son importance commerciale et sa disponibilité. Cette espèce est largement ré pondue et abondante dans les régions de l'Ouest surtout à Mostaganem, elle se vend quotidiennement a la pêche rie et son apport est important.

L'expérimentation a porté sur l'espèce *Sardina pilchardus*, pêchée au niveau de la baie de Mostaganem, et pendant deux saisons « Janvier et Mai ».

3. Laboratoire d'analyse

Les analyses biochimiques sont effectuées au niveau du laboratoire de recherche de technologie alimentaire et nutrition de l'université de Mostaganem.

3.1. Echantillonnage

Une prise d'environ 1kg a été prélevée et le nombre d'échantillon est de 5 à 6 individus, chaque paramètre expérimental est représenté (05) répétitions. Les échantillons étant éviscérés et étêtés.

4. Analyses physico-chimique

4.1. Morphométrie

A l'aide d'un ictyomètre, plusieurs mensurations sont effectuées sur le poisson, maintenu sur le côté droit, la tête vers la gauche, en position alignée, dans le but de déterminer la longueur totale (LT) qui représente la distance comprise entre l'extrémité du museau et les deux lobes postérieurs en extension. Le poids (WT) des échantillons est déterminé à l'aide d'une balance de précision. Le calcul de la condition K a été effectué par la formule : $WT/L^3 * 10^3$ (Tesch, 1971, Lalève *et al.*, 1995 b).



Figure n°07 : mensuration de la sardine (*Sardina pilchardus*)

4.2. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)

Cinq grammes d'échantillon (M1) sont placés dans des creusets en porcelaine et étuvés pendant 24 heures à 105°C. Après refroidissement dans le dessiccateur pendant 45min, la matière sèche obtenue est pesée (M2).

La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$M_s (\%) = (M_1 - M_2) \times 100 / M_1$$

4.3. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR, 1985)

Les échantillons déshydratés (décrite dans le paragraphe précédent), vont être portés à 550°C dans un four à moufle durant 2h jusqu'à l'obtention des cendres blanches. Les creusets vont être retirés du four et mis dans un dessiccateur. Lorsqu'ils sont à température ambiante, ils vont être pesés.

La teneur en matière minérale de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$M_m (\%) = (M_2 - M_0 / M_1 - M_2) \times 100$$

M₀ : Masse du creuset vide (en gramme).

M₁ : Masse du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M₂ : Masse totale du creuset et les minéraux brutes (en gramme).

4.4. Détermination de la teneur en matière organique (AFNOR, 1985)

La teneur en matière organique s'obtient en soustrayant de la matière sèche les cendres (ou matière minérales totales).

$$M_o = M_s - M_m (\text{en \% de MS})$$

4.5. Déterminations du pH

La connaissance du pH du poisson par usage d'un pH mètre peut fournir des informations intéressantes sur son état juste après la mort, ou on constate un abaissement du pH par glyco-génolyse, ensuite le pH s'élève en restant inférieur à 7, il ne devient alcalin qu'avec la manipulation des signes de putréfaction (Huss, 1988).

a) Mode opératoire

Les mesures se font plongeant l'électrode du pH neutre soit directement dans la chair, soit dans une suspension de chair de poisson dans de l'eau distillé (**Huss, 1988**).

4.6. Dosage des lipides totaux (Folch et al, 1957)**a) Principe**

Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases.

La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

b) Mode opératoire

- 1) 10 g de l'échantillon de muscle préalablement découpé en petits cubes sont mis en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol + chloroforme) et broyés à l'aide d'un mortier pendant 3 minutes.
- 2) Le mélange obtenu est filtré à travers un verre fritté de porosité 1.
- 3) Ce filtrat additionné d'une solution de NaCl à 0,73% à raison d'un volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation.
- 4) Nous obtenons une saturation de deux mélanges : méthanol-eau et chloroforme-lipides. La présence d'une émulsion peut être possible. Dans ce cas nous ajoutons quelque goutte d'éthanol.
- 5) Nous agitons et laissons décanter environ 2 heures. Après décantation, les phases apparaissent incolores, limpides et séparées par un ménisque.
- 6) La phase inférieure (chloroforme-lipides) filtrée sur du sulfate de sodium ayant la propriété d'absorber l'eau est recueillie dans un ballon à col rodé préalablement pesé.

- 7) La phase supérieure (méthanol-eau) est rincée à l'aide de 50 ml d'un mélange à 20% de NaCl concentré à 0,58% et 80% de méthanol+chloroforme de façon à extraire le reliquat des lipides apparaissant à l'issue de cette opération.
- 8) Nous filtrons comme précédemment la phase inférieure.
- 9) Nous évaporons le chloroforme par le biais d'une étuve.
- 10) Le poids net des lipides ainsi mis à sec est obtenu par différence entre le poids du ballon contenant la matière grasse et celui du ballon vide.

Le pourcentage des lipides totaux peut être déterminé par la formule suivante :

$$\text{MG}(\%) = \frac{\text{P2}-\text{P1}}{\text{pe}} \times 100$$

P2 : poids du ballon contenant les lipides.

P1 : poids du ballon vide.

Pe : prise d'essai.

4.7. Dosage des protéines brutes (méthode de Lowry et al ,1951)

a) Principe

Le dosage de protéines a été développé en utilisant la méthode de (**Lowry et al ,1951**). Cette méthode de dosage fait combiner une réaction au biuret et une réaction au réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier, réagit avec les tyrosines et les tryptophanes, pour donner une coloration bleue qui s'ajoute à celle du biuret. Les densités optiques sont mesurées à 550-750nm avec un témoin, une solution contenant tous les réactifs sans l'échantillon.

b) Mode opératoire

- **Gamme étalon**

Faire la gamme étalon avec la solution albumine bovine préparée à 25mg par 100ml d'eau distillée

Utiliser les mêmes solutions que pour doser les échantillons.

Calculer les dilutions des échantillons de manière à obtenir une concentration, qui doit toujours se situer dans la partie linéaire de la courbe d'étalonnage entre 0 et 150 $\mu\text{g/ml}$.

Tableau 10 : Concentration des solutions de Lowry

| concentration en $\mu\text{g/ml}$ | Sol, albumine bovine | Eau distillée | Sol, de dosage | Réactif de Folin |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|----------------|------------------|
| 25 | 0,1 | 0,9 | 5ml | 0,5ml |
| 50 | 0,2 | 0,8 | 5ml | 0,5ml |
| 75 | 0,3 | 0,7 | 5ml | 0,5ml |
| 100 | 0,4 | 0,6 | 5ml | 0,5ml |
| 125 | 0,5 | 0,5 | 5ml | 0,5ml |
| 150 | 0,6 | 0,4 | 5ml | 0,5ml |

- **Préparation et dosage des protéines dans les échantillons**

A partir de la solution sérum albumine (SAB) étalon mère 5.0g/l, préparer une solution étalon fille de concentration convenable pour réaliser une gamme allant de 0 à 250 μg de protéines.

Compléter chaque tube à 1 ml avec de l'eau physiologique, puis ajouter dans chaque tube 5ml de réactif A (Lowry (Na OH), Na_2CO_3 anhydre) B (CuSO_4 et tartrate de Na et K), et enfin agiter et attendre 10ml. En fin ajouter 0.5ml de réactif de Folin – Ciocalteu dilue à $\frac{1}{2}$ agiter et laisser reposer 30mn à l'obscurité. Mesurer l'absorbance à 600nm avec un spectrophotomètre.

c) Expression des résultats

A partir de la droite d'étalonnage et la densité optique (DO) mesurée des échantillons, on peut déterminer la concentration de l'échantillon correspondante en abscisse. (Formule 1)

$$Y = a \times X \text{ (Formule 1)}$$

Avec :

Y : densité optique

X : concentration de l'échantillon en abscisse

a : constante

La teneur en protéine, exprimée en g/100g d'échantillon est calculée par la formule suivante.
(Formule 2)

$$C = X \times 25 \times 100/\text{poids de l'échantillon} \quad (\text{Formule 2})$$

Avec :

C : concentration en protéines

X : concentration de l'échantillon en abscisse

4.8. Estimation du degré d'oxydation des lipides du poisson (TBA)

a) Principe

L'indice TBA ou TBARS est une méthode spectrophotométrie qui dose le malonaldéhyde (MDA), ce dernier étant le produit secondaire de l'oxydation des acides gras polyinsaturés, L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm (**Pegg, 1993**)

b) Mode opératoire

Pour mesurer l'indice « TBA » nous avons utilisé la méthode **adaptée par Genot (1996)**. Un échantillon de chair de poisson de 2 gr est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloracétique à 5% (p/v) et éventuellement 100 µl de hydroxytoluène butylé (BHT) si possible. Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Turrax*) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml sont additionnés à 2 ml d'acide thiobarbiturique.

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain d'eau froide. La dernière étape consiste à lire à l'aide d'un spectrophotomètre

l'absorbance du mélange réactionnel à 532 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldehyde) / kg. La coloration reste stable pendant 1 heure.

c) Expression des résultats

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenues par la formule suivante :

$$\text{mg équivalent MDA/ kg} = (0,72 / 1,56) \times (\text{A532 cor} \times \text{V solvant} \times \text{Vf}) / \text{PE}$$

A532 cor : l'absorbance.

V solvant : volume de solution de dilution TAC en ml.

PE : prise d'essai en gramme.

Vf : volume du filtrat prélevé. **0,72 / 1,56** : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : 1,56.10⁵ M⁻¹.cm⁻¹ (**Buedge** et *al.*, 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72g.

1. Paramètres morpho-métriques

1.1. Taille et poids

La taille et le poids des échantillons réalisés sont représentés dans le tableau 11 et les figures 08 et 09

Tableau 11 : paramètres morpho métriques des échantillonnées de sardine.

| | | Mostaganem | |
|-------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Janvier | Mai |
| Taille (cm) | Moyenne ± Ecart type | 13,26 ±0.34 ^b | 15.11±0.48 ^a |
| Poids (g) | Moyenne ± Ecart type | 52,80± 1,16 ^b | 69,83±2,05 ^a |

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écart type (n=30). Les moyennes affectées d'une lettre différente dans une même ligne indiquent un effet significatif ($P < 0,05$).

La mesure de la taille des sardines échantillonnées durant les saisons hiver et la fin du printemps (Jan et Mai) à Mostaganem; est présentée dans le tableau 11. Il ressort que les sardines pêchées au mois de Mai dépassent celles de l'hiver de 2cm en moyenne ($P < 0,05$). Les mesures des tailles indiquées précédemment, montrent une variabilité en fonction de la saison ; la sardine de mois de Janvier est de 13,26cm et de 15.11 cm pendant le mois de Mai.

De même, pour les valeurs du poids qui diffère, les sardines de moi de Janvier et Mai est de 52,80 et 69,83 respectivement.

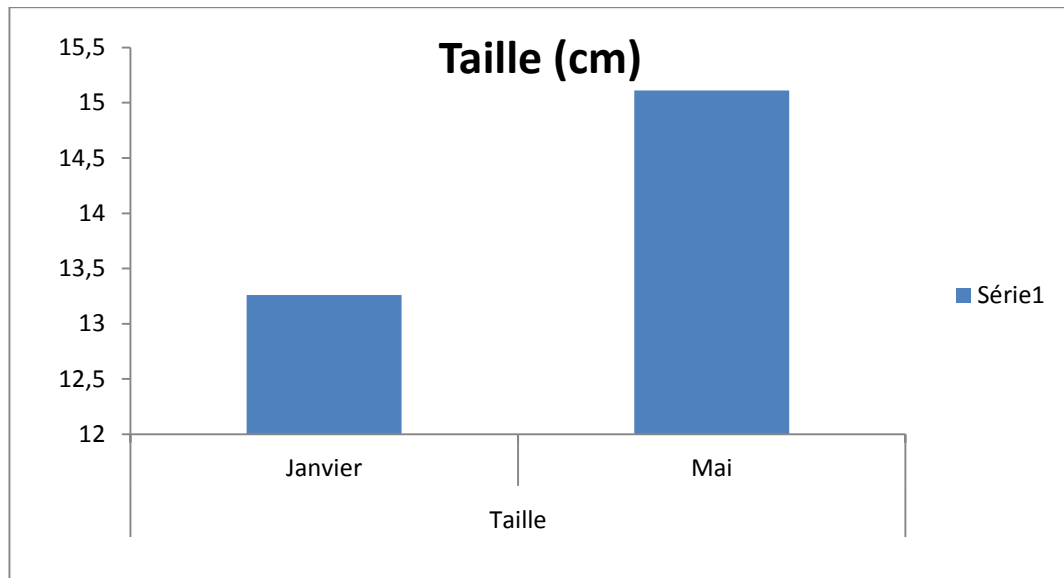


Figure n°08 : La Taille de la sardine échantillonnée.

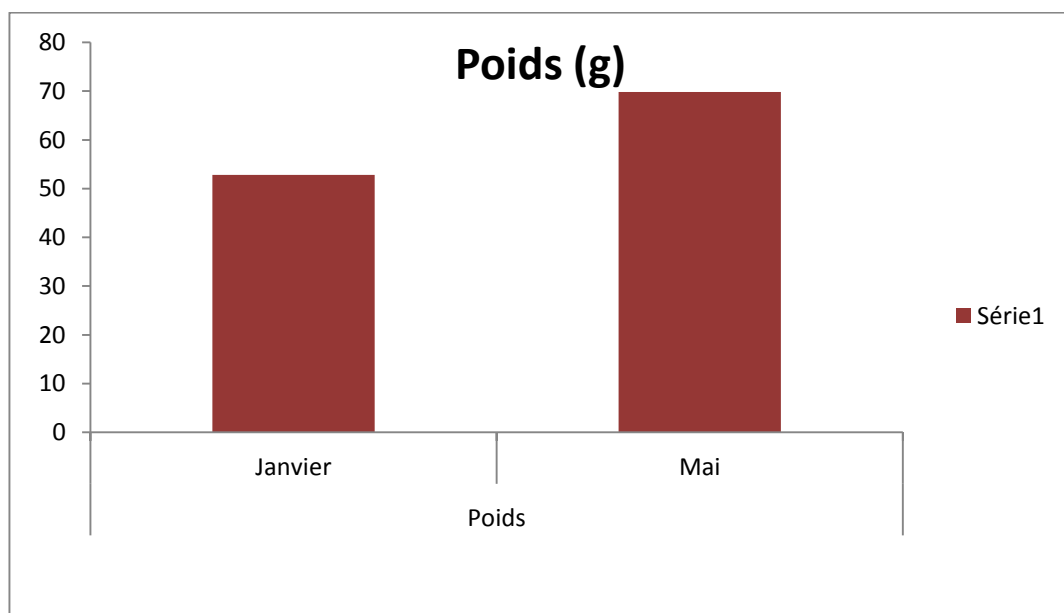


Figure n° 09 : Poids de la sardine échantillonnée.

La morphologie générale (taille, poids, etc) sont des facteurs qui séparent les individus (Pinheiro et al., 2005) et mettent en évidence des différences inter-origine de morphologie liées à la fois à des divergences génétiques entre les individus échantillonnés mais également aux conditions environnementales.

La variabilité pondérale pourrait être liée à de nombreux facteurs comme les mouvements des sardines, la quantité et la qualité de la nourriture, le niveau de stress ou la qualité de l'eau comme la rapporté **Sara et al., (1999) ; Roncarati et al., (2001)**.

1.2. Facteur de condition (K)

Les valeurs de la condition K dans ce cas expriment la relation poids/ taille du poisson, sont représentées dans le tableau 12 et la figure 10

Tableau 12 : Coefficient de condition K.

| Facteur k | Sardine 2016 | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Jan | Mai |
| Moyenne ± écart type | 22,65± 0,77 ^a | 20,24± 0,70 ^b |

$K = (WT/L^3) * 10^3$ (Tesch, 1971 ; Lalèye et al., 1995 b).

L'analyse du coefficient K, de la sardine exprime des résultats non significatifs pendant les deux mois (Jan, Mai). De l'ordre de 22,65 et 20,24 respectivement.

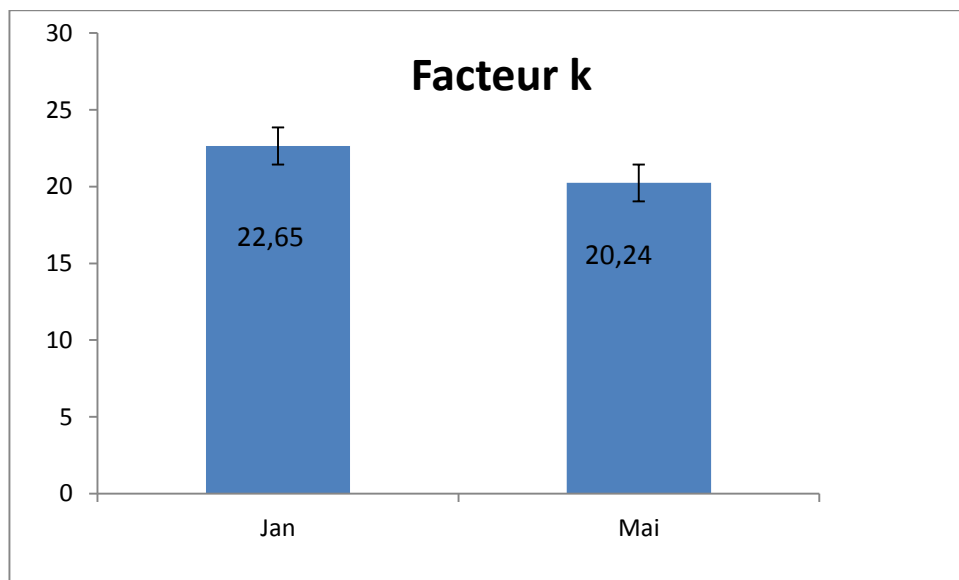


Figure n° 10 : Facteur de condition K.

La faiblesse du facteur **K** " appelé aussi facteur du bien être nutritionnel" de la région méditerranéenne, qualifiée d'oligotrophe est relative à la faible production de zooplancton par rapport à la zone atlantique, génératrice d'upwelling jouant un rôle déterminant dans le contrôle de la production primaire et le développement de la nourriture, rendant ainsi l'habitat favorable à la production des poissons (**Ould Telmidi, 2005**).

Dans notre cas les prélèvements qu'ont été effectués durant les deux périodes. Le facteur de la condition **K** exprime une éminence proportionnelle avec l'augmentation de la température de l'eau, considérée comme facteur favorable à la croissance et au développement corporel des poissons (**Silva et al, 2008**).

2. Caractéristiques physico-chimiques :

2.1. Teneur en matière sèche

Résultats : Les valeurs de la matière sèche des échantillons analysés sont représentées dans le tableau 13 et la figure 11 :

Tableau 13 : Teneur en matière sèche dans la sardine *Sardina pilchardus*.

| MS % | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| Moyenne ± écart type | 22,95 ± 0,18 ^c | 23,8 ± 0,23 ^a | 22,06± 0,11 ^d | 23,4 ± 0.1 ^b |

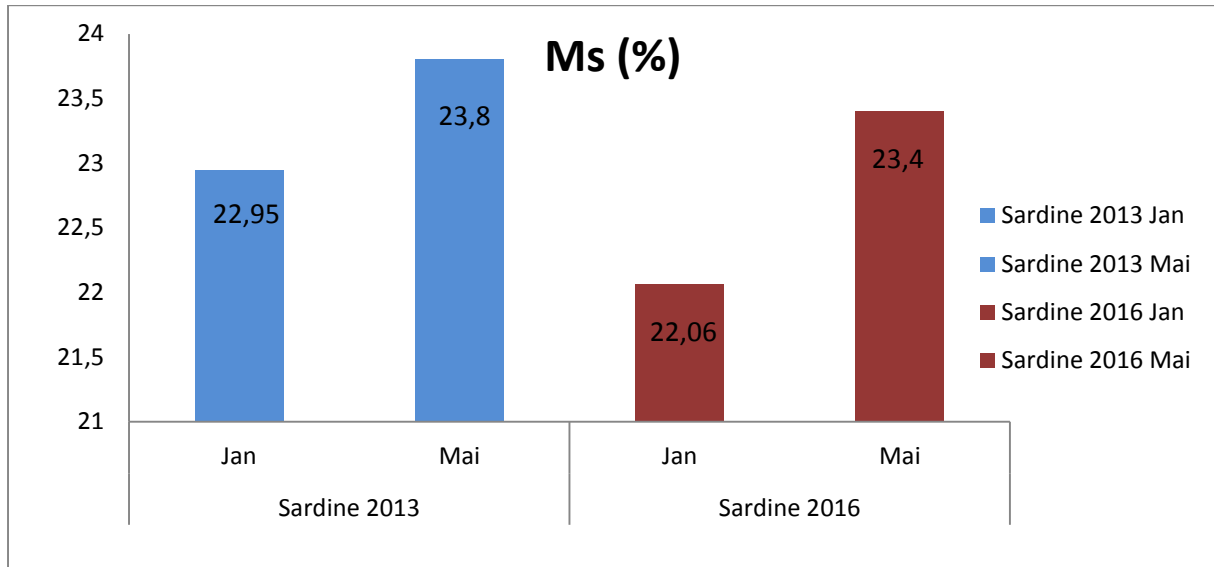


Figure n°11: Teneur en matière sèche de la sardina

La teneur en matière sèche des échantillons analysés exprime des différences significatives ($p < 0.05$). Elle est importante dans la chair de sardine de l'année 2013 et 2016 pendant le mois de Mai est respectivement de l'ordre de 23,8% et 23,4%. Et elle est moins élevée dans la chair de sardine pendant le mois de Janvier, de l'année 2013 avec une valeur de 22,95% et 22,06% de l'année 2016.

Les résultats se rapproche de l'étude réalisée par **Caponio et al., (2004)** sur la sardine Italienne dont la teneur en matière sèche qui est de l'ordre de 24 % .

2.2. Teneur en matière minérale

Résultats : Les résultats obtenus sont représenté dans le tableau 14 et la figure 12

Tableau 14 : Teneur en matière minérale des échantillons de sardine.

| Mm % | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| Moyenne ± écart type | 1,4± 0,02 ^a | 1,21± 0,08 ^b | 1,92± 0,1 ^d | 1,11± 0,03 ^c |

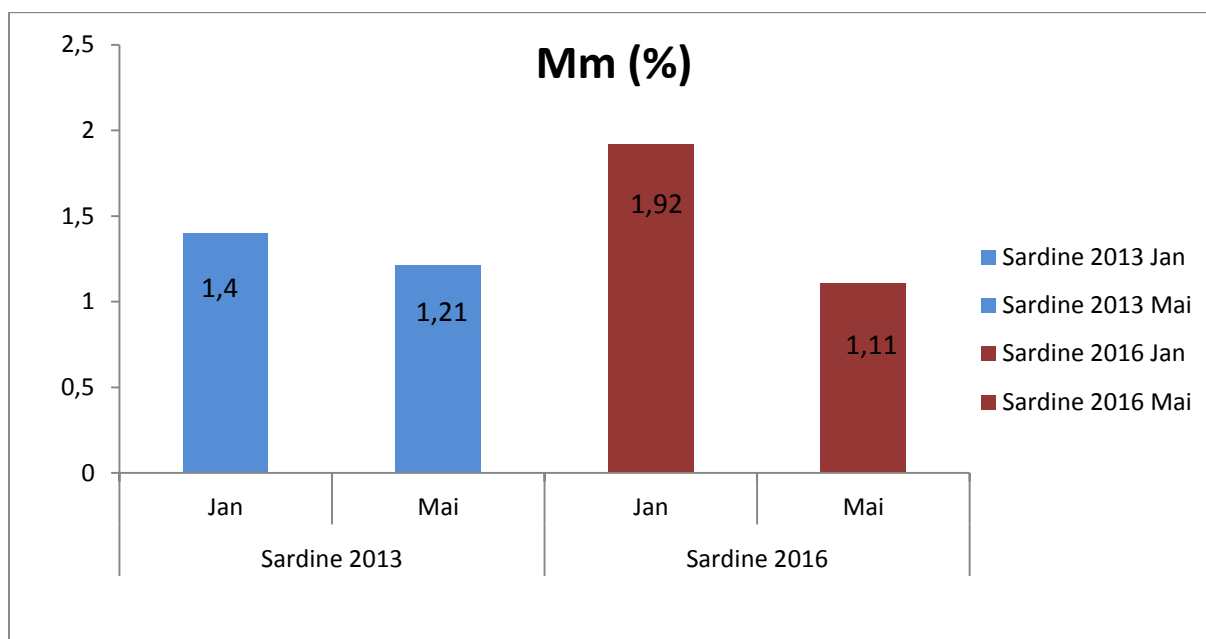


Figure n°12 : Teneur en matière minérale de la sardine

La teneur en matière minérale des échantillons analysés exprime des différences significatives ($p < 0.05$). Elle est plus importante dans la chair de sardine de l'année 2013 pendant le mois de Janvier et Mai sont respectivement de l'ordre de 1,4g/100g et 1,21g/100g. Que celle de la chair de la sardine prélevé cette année pendant les deux mois Janvier et Mai avec un taux de (1,92 g/100g, 1,11 g/100g) respectivement.

Selon les résultats de **Caponio et al (2004)** la sardine fraîche contient 2,1% de matière minérale, ce qui est conforme à la norme généralement admise.

2.3. Teneur en matière organique

Résultats : Les résultats obtenus sont montrés dans le tableau 15 et la figure 13

Tableau 15 : Teneur en matière organique dans la sardine

| | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| Mo (%) | 21,55 ± 0,1 ^b | 22,59 ± 0,03 ^a | 20,14 ± 0,05 ^c | 22,29 ± 0,12 ^a |

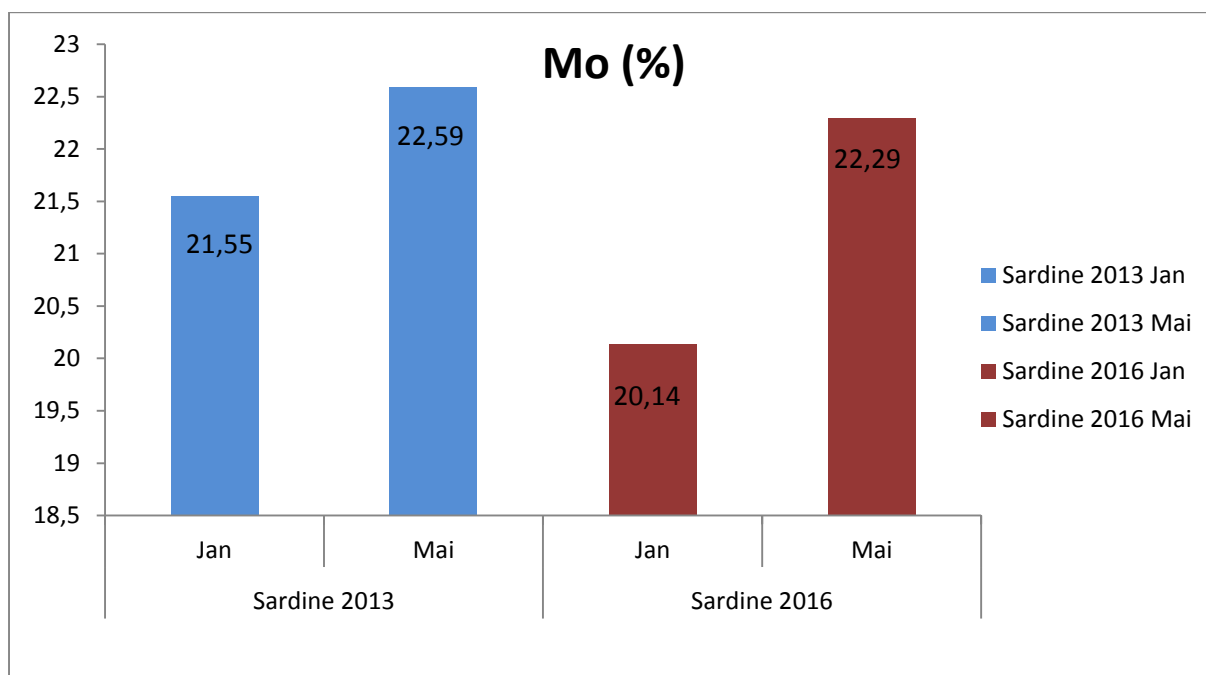


Figure n°13: Teneur en matière organique de la sardine

La teneur en matière organique des sardines analysées exprime des résultats comparables durant les deux années (2013/2016). Elles sont respectivement de l'ordre de 22,59% et 22,29%.

2.4. Teneur en protéines

Résultats : Les teneurs en protéines sont représentées dans le tableau 16 et la figure 14

Tableau 16: Teneur en protéines dans la Sardine.

| | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| Teneur en protéine (g/100g) | 17,02 ± 0,34 ^c | 20,44 ± 0,44 ^a | 16,90 ± 0,21 ^d | 18,10 ± 0,16 ^b |

(n=5± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives (a, b, c, d).

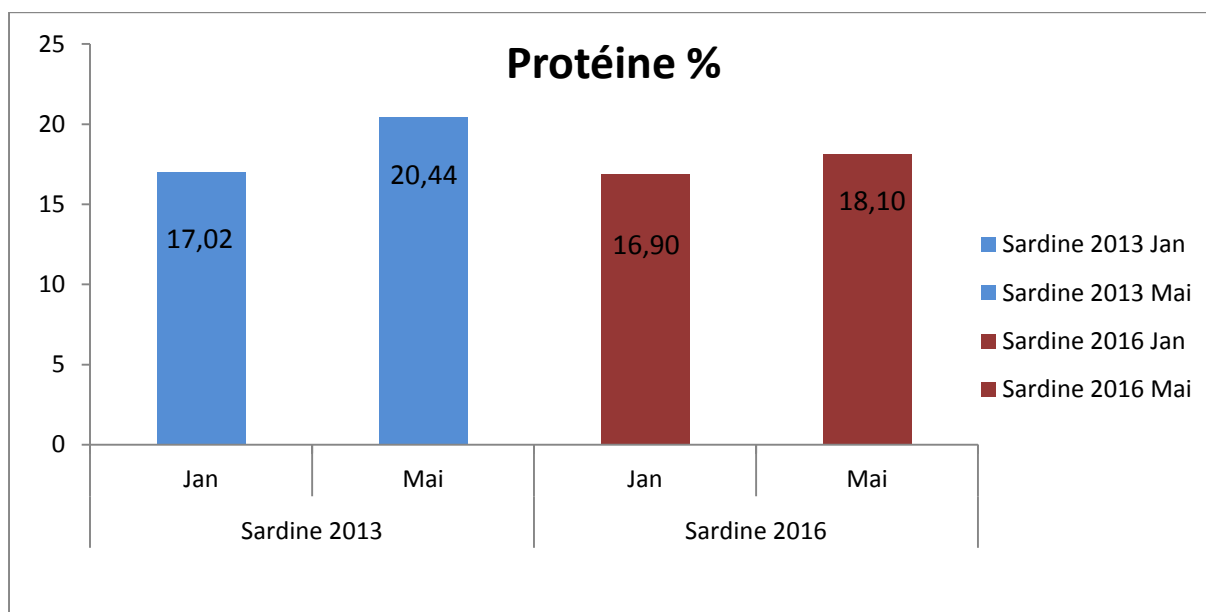


Figure n°14 : Teneur en protéines dans la sardine

Les résultats obtenus sont significativement différents ($p < 0,05$), on a constaté que la teneur en protéine est importante dans la chair de sardine de l'année 2013 du mois de Mai (20,44%), durant la même période la moyenne des protéines de la sardine analysé de cette année 2016 est de (18,10%).

Tandis qu'elle est comparables pour la sardine du mois de Janvier dans les deux années 2013, 2016. Elles sont respectivement de l'ordre de 17,02 % et 16,90%.

La chair de la sardine contiennent une quantité élevée de protéines, **Nunes et al., 2003** affirment que le poisson renferme entre 17% et 25% de protéines brutes avec une teneur moyenne de 19g/100g, ce qui montre que les résultats obtenue sont conforme à la norme généralement admise.

Les protéines de la sardine sont de haute valeur nutritionnelle, renfermant les acides amines essentiels, et ils sont très digestibles de part leur faible taux en tissus conjonctif comparativement aux viandes rouges et blanches (**Nunes et al., 2003**).

2.5. Teneur en lipides totaux

Résultats : Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 17 et la figure 15 suivants :

Tableau 17 : Teneur en lipides dans la sardine

| | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| Teneur en lipides (g/100g) | 3,5 ± 0,14 ^c | 11,4 ± 0,6 ^a | 3 ± 0,21 ^d | 9,11 ± 0,3 ^b |

(n=5± l'ecart type), les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives

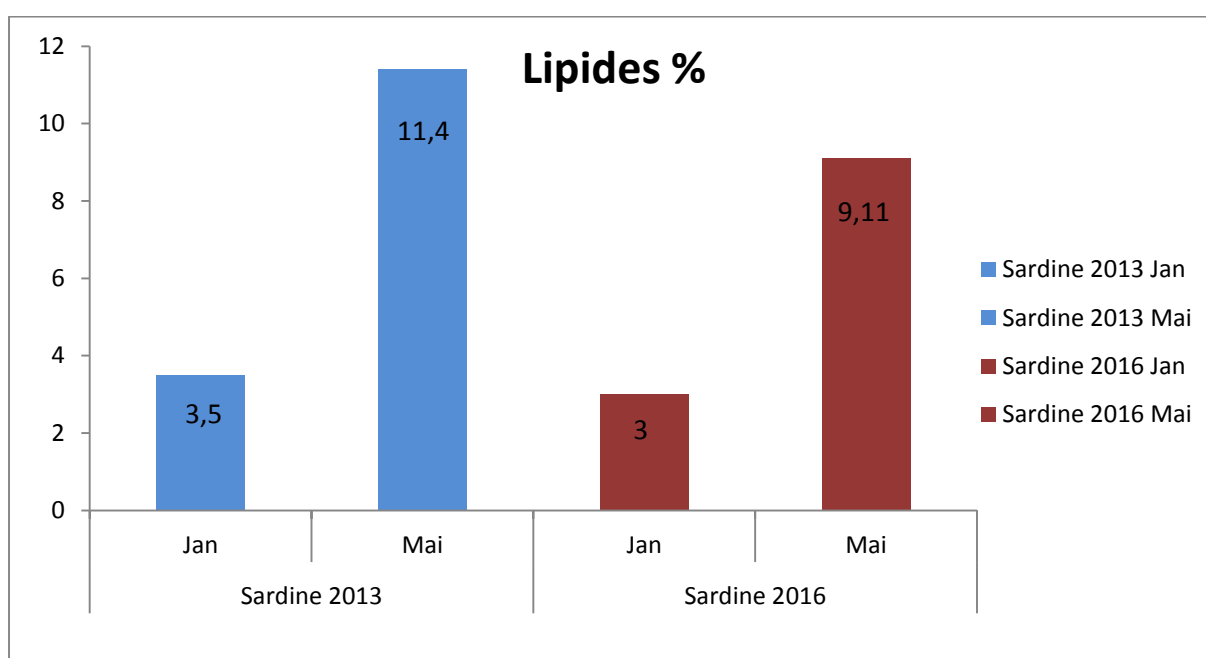


Figure n°15: La teneur en lipides dans la sardine.

Les valeurs obtenues montrent un taux élevé de lipide dans la chair de sardine du mois de Mai des deux années 2013 et 2016 est respectivement de l'ordre de 11,4% et 9,11%. Et elle est moins élevée dans la chair de sardine pendant le mois de Janvier, en 2013 avec une valeur de 3,5% et 3% en 2016.

La sardine est un poisson gras contenant de 3.82% à 11.47% de lipide (Zlatanos et Kostas, 2006), alors que les résultats obtenus sont dans les normes.

2.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides du poisson

Résultats : Les résultats obtenus sont dans le tableau 18 et la figure 16

Tableau 18 : Indice TBA dans la sardine.

| | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| MDA | 0,19 ± 0,001 ^b | 0,49 ± 0,002 ^a | 0,14 ± 0,002 ^b | 0,52 ± 0,002 ^a |

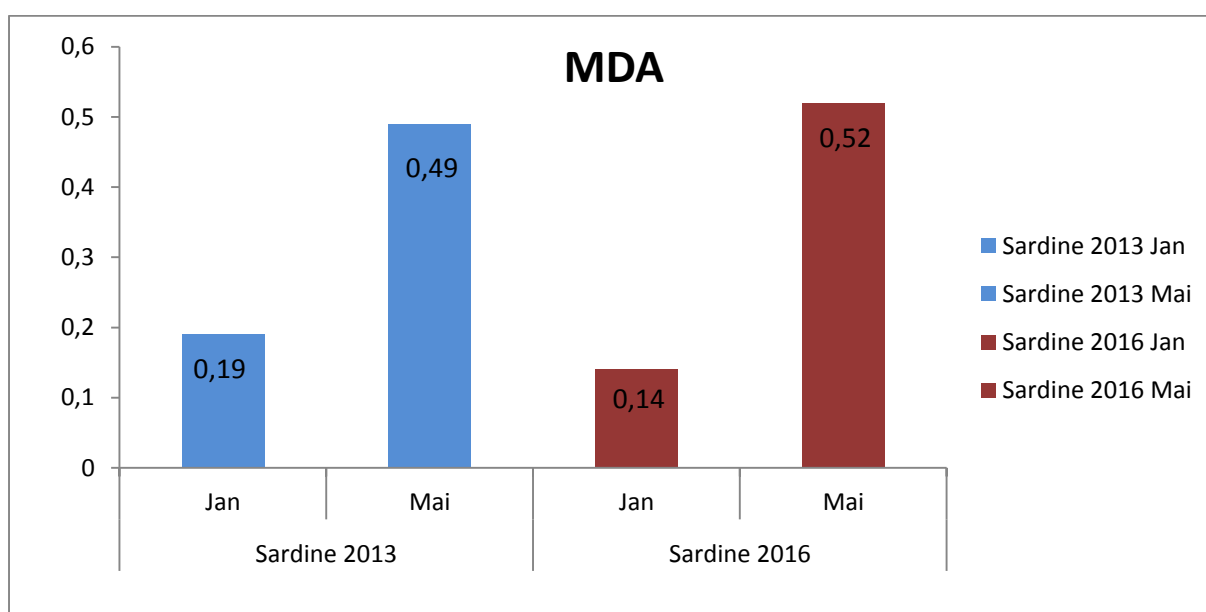


Figure n°16 : Teneur en mg équivalent MDA/kg de sardine

Le MDA est un très bon indicateur de détermination de la fraîcheur de poisson (Tarladgis et al, 1960 ; Varelzsis et al, 1993).

Les valeurs MDA sont plus importantes dans la sardine du mois de Mai dans les deux années (2013,2016) de l'ordre de (0, 49 mg equ MDA/kg vs 0,52 mg equ MDA/kg).

A partir de nos résultats, nous avons constaté que l'indice TBA est dans l'intervalle (0,14 vs 0,52 mg équivalent/kg de poisson) qui sont proche aux résultats trouvés par (Ludorff et Meyer, 1973) qui ont proposés les valeurs suivantes de peroxydation (VP) comme une base de détermination de la fraîcheur des poissons PV=0-2 très fraîche PV=2-5 fraîche.

(Schormuller, 1969) précise que même avec un PV=8,13mg équivalent/kg la sardine est consommable.

2.7. Evolution du pH

Résultats : Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 19 et la figure 17

Tableau 19 : Evaluation des valeurs moyennes en pH dans la sardine

| | Sardine 2013 | | Sardine 2016 | |
|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Jan | Mai | Jan | Mai |
| pH | 6,59 ± 0,07 ^{a b} | 6,60 ± 0,07 ^{a b} | 6,48 ± 0,04 ^d | 6,58 ± 0,03 ^c |

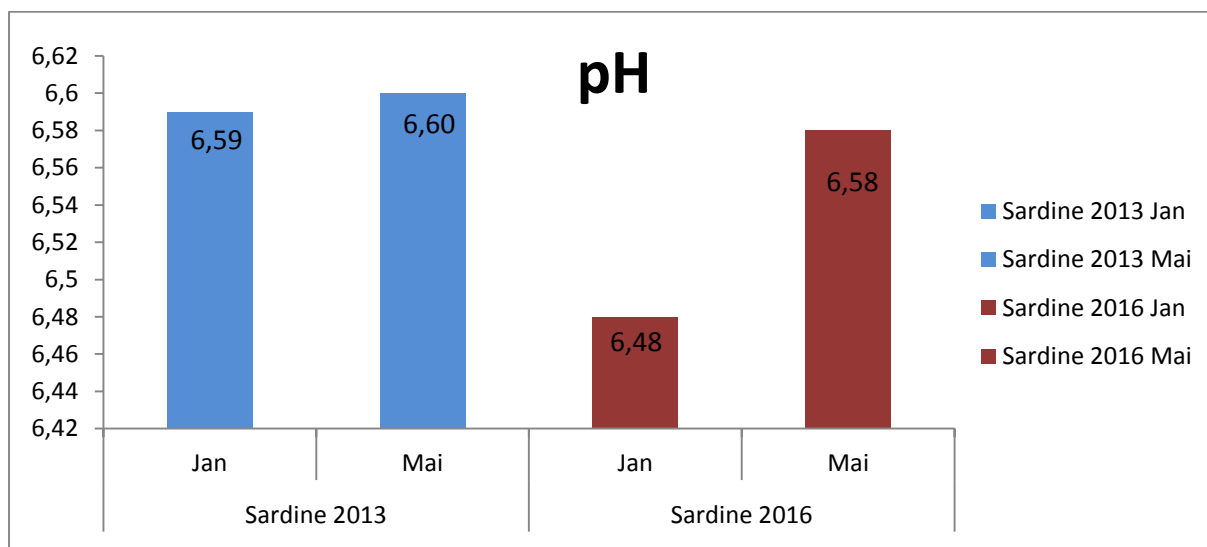


Figure n°17 : Evaluation des valeurs moyennes en pH de la sardine.

La valeur de pH des sardines analysés exprime ; les pH enregistrés dans la chair de sardine de l'année 2013 sont pratiquement identiques durant les deux mois (Janvier, Mai) 6,59 et 6,60 respectivement.

En revanche, les valeurs du pH étaient de 6,48 et 6,58 durant les deux mois de l'année 2016.

Selon **Huss (1988)**, l'augmentation du pH est due à la formation des composés basiques. Et que le pH initial varie considérablement de 5.4 à 7.2 selon l'espèce, la zone de pêche et la saison, alors que le pH final ne semble pas être affecté par la technique de pêche (**Love, 1980**).

Ces variations de pH peuvent affecter les activités protéolytique ; la synthèse de l'histamine et la réduction bactérienne de l'oxyde triméthylamine (TMAO) en triméthylamine (TMA). (**Ababouche et al., 1996**). **Ababouch L.H.** Assurance de la qualité en industrie halieutique.

D'après **Huss (1998)**, les principales bactéries productrices d'histamine, prolifèrent surtout lorsque le pH est neutre, mais elles peuvent se multiplier dans la gamme des pH compris entre 7,4 et 8,1.

Conclusion

La consommation de la sardine « *Sardina pilchardus* » est conseillée puisque selon la FAO, "le poisson est le plus sain des aliments" : c'est un gros fournisseur de nutriments essentiels pour une bonne alimentation.

Dans le cadre de cette étude, dont l'objectif principal est d'étudier l'effet des années sur la qualité nutritionnelle de la sardine « *Sardina pilchardus* » prélevés durant deux mois Janvier et Mai issus de la baie de Mostaganem afin de mettre en évidence l'importance de sa consommation qui joue un rôle dans l'équilibre alimentaire

A la lumière des résultats obtenus, on a aperçu un taux élevé de lipides qui sont riches en acides gras insaturés, dans la chair de sardine du mois de Mai des deux années 2013 et 2016 respectivement de l'ordre de 11,4% et 9,11% due à la richesse du milieu marin, Ainsi que les valeurs TBA qui ne dépasse pas le seuil durant le mois de Mai dans les deux années (2013,2016) de l'ordre de (0,49mg équivalent MDA/kg vs 0,52mg équivalent MDA/kg).

La teneur en protéine chez la sardine (*Sardina pilchardus*) est très importante au période d'été dans les deux années, ce qui nous mène à dire que cette espèce a un rendement énergétique non négligeable et que l'apport en protéine chez les poissons parait équivalant à celui des viandes sachant que ces protéines sont indispensables au renouvellement cellulaire est qui sont de haute valeur biologique.

La qualité des produits de la pêche en général et de la sardine en particulier est tributaire de nombreux paramètres liés en premier lieu à l'environnement marin où la pêche est pratiquée en mer polluée sujette aux déversements des eaux résiduaire non traitées.

En conclusion, il importe à signaler que la teneur en lipides et la composition d'acide gras sont inconstants et varient largement avec le cycle biologique, la température ainsi que la saisonnalité. Ces facteurs influent sur la qualité des poissons qui joue un rôle importante dans l'équilibre nutritionnel et meilleur choix d'achat pour les consommateurs.

Dans le but de compléter et continuer cette expérimentation, il serait intéressant d'inclure d'autres facteurs de variabilité sur les qualités des poissons, telle que la production zooplanctonique, pour la richesse des eaux marines.

-A-

- **Abad, R. & Giraldez, A. (1993).** Reproduction, factor de condition y talla de primer madurez de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), del littoral de Malaga, mar. de Alboran (1989 a1992). Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 9, 1, 145-155.
- **Ababouche, L.H; Souiibri, L; Rhalby, K; Ouahadi, O; Battal, Met Busta, F.F.1996.** Quality changes in sardine (*sardine pilchardus*) stored in ice and at. Ambient temperature. Food micrabiol.13 :123-132.
- **Ackman, R.G. 1980;** Fish lipids Part I. In *Advance in fish science and technology*, Fishing New Books, Ltd; Farnham, Surrey, England; 86-103.
- **AFNOR, 1985 ;** association Française de normalisation Aliments des animaux, méthodes d'analyse françaises et communautaires.2^{eme} Edition, 200p.
- **Aldbert, Y; and Carries, C. 1976.** Premiers resultants d'une etude quantitative de la reproduction de la sardine dans le golf de lion XXV congrès C.I.E.S.M, Split.
- **Alvarez,F ;and B.Morales, Nim. 1992.** An attempt to determine growth and birth date of juvenile (*Sardina pilchardus,Walb*). In western Mediterranean Sea..Marin biology 144:199-203

-B-

- **Barbier, 2001.** Le poisson le facteur nutritionnel de prévision des maladies cardio-vasculaires.
- **Bourgeois, C.M et Leveau . 1991** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro alimentaire. Le contrôle microbiologique.*Lavoisier, Aprica*.
- **Bourgoise, C. M et Leveau, J. Y.1980-1981.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol 3.

-C-

- **Calder Pc. 2004.** n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clin Sci* (Lond) 2004 July; 107(1):1-11.

- **Caponio F., Lestingi A., Bilanca M.T., et Laudadion V, 2004.** Chemical characteristics and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): influence of sex and length. *J.Appl. Ichtyol.*, 20: pp 530-5.
- **Caroline Trudeau, (2006)** Dt.P., nutritionniste, Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval.
- **Clofman, 1984.** Poisson de l'atlantique Nord-est et de la Méditerranée. In; WHITE6HEAD P.G.P. BAUCHOT M.L.NIELSON J & TORTONESE (Ebs)
- **Corraze, G. and Kaushik, S. (1999)** Les lipides des poissons marins et d'eau douce.*Oléagineux, Corps gras, Lipides* 6 (1), 111-115.
- **Cross, Kong, 2006**
- **Ciqual,2012.**<http://informationsnutritionnelles.fr/filets-de-sardines-nature-petit-navire>.
- **Chéret ,R,Chapleau ,N,Delbarre-Ladrat C ,Verrez ,Bagnis V et de Lamballerie, Anton.M ,2005.** Effectes of High-pressure on texture and microstructure of sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L).*Fillets journal of Food Science.*70 (8), 477-483.

-D-

- **DPRH, 2004.**direction de la pêche et des ressources halieutique de la wilaya de Mostaganem.
- **Duma, J. 2006.**Extraction de lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration : application a la valorisation de Co .produits de poissons (*sardina pilchardus*) *Thèse de doctorat*, Université de Nantes. P

-E-

- **Ettahiri O., Berraho A., Vidy G., Ramdani M. & Do Chi T. 2003.**Observation on the spawning of *Sardina pilchardus* off the south Moroccan Atlantic coast 21-26°N. *Fish. Res.*, 60, 207-222. Européennes, FAO, Rome.

-F-

- **FAO fisheries département -2004.** Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. *SOFIA*,
- **FAO, 1983.** Codex Alimentaires, code d'usage international recommandé pour le poisson frais.F.A.O/O.M.S.CAC/RCP/19/1976, Rome, 45p.

Références bibliographiques

- **FAO, 1996.** Organisation des unis pour l'Alimentation et Agriculture. Perspective de l'alimentation.SAMIAR : Système Mondial d'information et d'Alerte Rapide sur l'Alimentation et l'Agriculture.
- **FAO, 2000.**département de pêche de la FAO. Profil de pêche par pays. Morroco 1-6p.
- **FAO,2013.**FAO-Fishers&Aquaculture-SpeciesFactSheets–*sardinepilchardus* (Walbaum,1792).
- **Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H.S. 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 233-320.
- **Frankel, E.N .1998.** Lipid oxidation. *The Oily Press (vol. 10)*. Dundee, Scotland. 10.

-G-

- **Genot, C. 1996.** Some factors influencing TBA test. Report of diet-ox project (AIRIII-CT-92-1577).
- **Ghiraud J. 1998.** Microbiologie alimentaire, ed. Dunod, Paris ; PP : 149-150.

-H-

- **Horroks La, Yeo Yk ;Larsson et al., 2004.** Health benefits of docosahexaenoic acid (ADH). *Pharmacol Res* 2004 September;40(3):211-25.
- **Huss, 1999 HUSS H. H. 1999.** La qualité et son évolution dans le poisson frais. FAO Documents Techniques sur les Pêches- T348. Rome :196 p.
- **Huss, H.H. 1988.** Le poisson frais : qualité et altération de la qualité. Manuel de formation préparé pour le programme de perfectionnement FAO/DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité. Collection FAO : Pêches, N°29.
- **Huss, H.H. 1998.** Assurance de qualité des produits de la mer. FAO Document technique sur les pêches. N°334, Rome, FAO.1995.186p.
- **Hwang, K.T. and Regeinstein, J.M. (1993)** Characteristics of mackerel mince lipid hydrolysis. *Journal of Food Science.* **58** 79-83.

-J-

- **Jacobsen, C. 1999.** Sensory impact of lipid oxidation in a complex food systems. *Fett/Lipid* **101** 484-492.
- **Josiane Cyr, 2006.** Attention de la nutrition- Article – Institut des nutraceutique et des nutraceutique et des aliments fonctionnels (INAF).
- **Jouve, J. L. 1996.** La qualité microbiologique des aliments. CNERNA. 2^{ème} édition, ISBN, 2-84054-040-1, Paris : 563p.

-K-

- **Kadari, G. (1984).** Les techniques de pêche utilisées en Algérie. *E.N.A.P.* p16-17
- **koning et H Mol, 1991.** Intérêt nutritionnel de la sardine fraîche pêchée en mer Méditerranée. *Cahiers de la Nutrition et de la Diététique*, 6:12pp.

-L-

- **Lalami-Taleb, 1970.** facteur de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Thèse .doct. 3eme cycle en biologie. Université d'Alger. 168p.
- **Larousse, 1971.** Nouveau dictionnaire étymologique et historique. LA ROUSSE France 1971
- **Larraneta G, 1976.** Exposé synoptique des données biologiques sur *Sardina pilchardus* de la méditerranée et des mers limitrophes. Species synopsis n°4, FAO. Fish Biol Synop n°9 p :137-173.
- **Lalèyé, P., J.C. Philippart & P. Poncin. (1995).** Biologie de la (eds), Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains - reproduction de deux espèces de *Chrysichthys* (Siluriformes, ains. Borstom : 251-276.
- **Lee, J. Y. 1961.** la sardine du golfe du lion. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit* ; 25(4).
- **Love, R. M. 1980.** The Chemical Biology of Fishes. Vol 2. Londres Academic Press.
- **Lowry. O.H, Rosenbrough N.J, Farr A.L et Randall R.J., 1951 ;** Protein measurement with the folin reagent. *J. Biol. Chem.* P: 265-275.
- **Ludorff W, Meyer V 1973.** Fische und Fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey in Hamburg and Berlin. ISBN: 3 489 71914 X.

-M-

- **Montassier, C. 1998.** Les poissons et le milieu marin, Arti. Paris, 8p.
- **Morris Mc, Evans Da, Bienias JI et al. 2003.** Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease. *Arch Neurol* 2003 July;60(7):940-6.
- **Mouhoub, R., 1986.** Contribution à l'étude de la biologie et la dynamique de la population exploitée de la sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) des cotes Algéroises (Algérie). Thèse de Magistère en halieutique, USTHB .pp163
- **Murray C.K. et Burt., 1969.** An investigation of the method of determination TMA in fish muscle extract by the formation of its picrate salts. *Ed. Technol .*, 1972, 7 ,35-46
- **Muss, B.J; Nielson, J.G; Dahlstrom, P ET Olesen Nystrom, B. 1998.** Guide des poissons de mer et pêche.5^{ème} édition, Delachaux et Nestlé S.A. Lausanne (Swaziland)-paris: 395p

-N-

- **Ness Ar, Gallachier Je, Benneit Pd et al. 2003.** Advice to eat fish and mood: arandomised controlled trial in men with angina. *Nutr Neurosci* 2003 February; 6(1):63-5
- **Neurat, 2001.** Poisson coquillage et crustacés. Article de santé 1 – 4p.
- **Nunes et Coll, 2003.** Physical Chemical and sensory analysis of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Journal of Science AND Food Agriculture* 59 37-43.

-O-

- **Ould Telmidi, M. (2004-2005).** Etude des variations de la biomasse du thiof (*Epinephelus aeneus*) sur les cotes de Mauritanie. Influence de facteurs hydrodynamiques et climatiques. Master 2 année Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie P8-9.

-P-

- **Passeport santé.net, 2006**
- **Peiffer, 1999.**Toxi-infections alimentaire à *Staphylocoques*.(PEIFFER@Club internet.fr).
- **Piclet, G. (1987).** Le poisson aliment. Composition – intérêt nutritionnel. *Cahiers de la Nutrition et de la Diététique*, 4 : pp 317-36.
- **Pinheiro, A., Teixeira, C. M., Rego, A. L., Marques, J. F., Cabral, H.N. (2005).** Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries Research* 73 (1-2), 67-78.

-S-

- **Sarà, M., Favaloro, E., Mazzola, A. (1999).** Comparative morphometrics of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo* Cetti, 1777), reared in different conditions. *Aquacultural Engineering* 19, 195-209.
- **Schormuller, J. 1969.** Handbuch der lebensmittelchemie (Band IV). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- **Southgate,D.A.T.,Greenfield.H.(2007).** Données sur la composition des aliments. Editeurs techniques : B.A.Burlingame et U.R. Charrondiére .*Organisation des Nations Unies*.
- **Sidhu, K.S.2003.** Health benefits and potential risks to consumption of fish or fish oil.R Egul. Toxicol. Pharm.,38:pp 336-44.
- **Silva.A.,Carrera.P.,Massé,Uriate.A.,Santos.M.B.,Oliveira.P.B.,Soares.E.,Porteiro .C.,Stratoudakis.Y.(2008).** Geographic variability of sardine growth across the northeastern Atlhentic and the Mediterranean Sea. *Fisheris Research* 90-56-69.

-T-

- **Tahri,2003**http://www.google.dz/search?q=carte+g%C3%A9ographique+du+port+d%27oran&client=firefox-a&hs=M5S&rls=org.mozilla:fr:official&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=Qe7LUYSEHNSwhAeP_IDACg&ved=0CAkQ_AUoAQ
- **Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.S., & Dugan, L. 1960.** A Distillation method for the quantitative deterrmtnation of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemical*.

- **Tesch ,W. (1971).** Age and growth. In : RICKER WE (ed), Meth-243-251. Ods for assessment of fish production in fresh waters (2nd HYSLOP, EJ (1980). Stomach contents analysis- a review of ed.). International Biological Programme. Oxford and Edin-methods and thier application .*J.of Fish Biol.*, 17 : 411-429.bourgh.97-130.

-W-

- **Walbaum, J.J , 1792.** Petri Artedi suecigenera piscium systema totum ichthyologiae proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, Geographic variability of sardine growth across the Atlentic and the Mediterranean Sea *Fisheries Research* 90 (2008) 56-69.

-Z-

- **Zeghdoudi E., 2006.** Modélisation bio-économique des Pêcheries méditerranéennes. Application aux petits pélagiques de la baie de Bou Ismaïl (Algérie). Master of Science en Economia y gestion de la actividad pesquera. Thèse Barcelone.
- **Zlatanos, S. & Kostas, L. 2007.** Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish, sardine (*Sardina pilchardus*), Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and Picarel (*Spicara smaris*). 103: 725–728.