

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed Seddik Ben Yahiya - Jijel-

Faculté des Science de la Nature et de la
Vie Département: Microbiologique
Appliquée et Sciences Alimentaire



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم
التغذية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Contrôle de qualité des produits alimentaires

Thème

Contribution à une étude physicochimique de la sardine (*Sardina pilchardus*) et de rouget de vase (*Mullus barbatus*)

Membre de Jury

Président : M^f.BOUBZARI T.
Examinateur : M^f.BOUDJARDA D.
Encadrant : M^f.AYEB S.

Présenter par :

Keha Lamia
Abdellah Amina

Année Universitaire 2016-2017

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

- Liste des abréviations
- Liste des tableaux
- Liste des figures

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Poisson

I.1. Définition du poisson	2
I.2. Classification des poissons	2
I.2.1. Classification systématique.....	2
I.2.1.1. Agnathostomes.....	2
I.2.1.2. Gnathostomes	2
I.2.2. Classification selon l'origine.....	2
I.2.2.1. Poisson d'eau douce.....	2
I.2.2.2. Poisson d'eau de mer.....	2
I.2.3. Classification selon la teneur en lipide	3
I.2.3.1. Poissons maigres.....	3
I.2.3.2. Poissons demi-gras.....	3
I.2.3.3. Poissons gras	3
I.3. La qualité du poisson.....	3
I.3.1. Apports en protéines	3
I.3.2. Apports en lipides	3
I.3.3. Apports en vitamines.....	4
I.3.3.1. Vitamines liposolubles.....	4
I.3.3.2. Vitamines hydrosolubles.....	4
I.3.3.3. Minéraux et oligo-éléments	4
I.4. Espèces étudiées.....	5
I.4.1. la Sardine commune (<i>Sardinapilchardus</i>)	6
I.4.2. Rouget de vase (<i>Mullusbarbatus</i>).....	8

Chapitre II : Altération et contamination du poisson d'un poisson
--

II.1. Evolution des muscles après la capture	9
II.2. Altération des poissons.....	9
II.2.1. Altération sensorielle	9
II.2.2. Altération auto lytique.....	10
II.2.3. Oxydation des lipides	11
II.2.4. Lipolyse..	12
II.2.5. Altération microbiologique	13
II.2.6. Formation de l'amine biogène histamine	13

II.3. Contamination des poissons par les métaux lourds.....	14
II.3.1. la bioaccumulation des métaux lourds.....	14

Chapitre III : Méthodes de caractérisation de la qualité d'un poisson

III.1. Méthode sensorielles.....	15
III.2. Méthodes physiques.....	15
III.2.1. Analyse de la texture.....	15
III.2.2. Suivi des propriétés du muscle.....	16
III.3. Méthode physiques et chimiques.....	16
III.3.1. pH.....	16
III.3.2. Azote basique volatile totale (ABVT).....	17
III.3.3. Triméthylamine (TMA).....	17
III.3.4. Diméthylamine (DMA).....	17
III.3.5. Formaldéhyde.....	17
III.3.6. Amines biogènes.....	17
III.3.4. Méthodes microbiologiques.....	18

IV. Matériel et méthodes

IV. Matériel.....	19
IV.1.1. Matériel biologique.....	19
IV.1.2. Réactif et étalons.....	19
IV.1.3. Appareillage.....	20
IV.1.4. Verreries.....	21
IV.1.5. Site d'étude.....	21
IV.2. Méthodes.....	21
IV.2.1. Echantillonnage, prélèvement et transport de l'échantillon.....	21
IV.2.2. Biométrie.....	21
IV.2.3 Analyse organoleptique.....	22
IV.2.4. Analyse physico-chimique.....	22
IV.2.4.1. Détermination du pH.....	22
IV.2.4.2. Détermination de l'acidité titrable.....	23
IV.2.4.3. Détermination de la teneur en eau (humidité) et de la matière sèche.....	23
IV.2.4.4. Détermination de la teneur en cendre.....	24
IV.2.5. Analyses biochimiques.....	25
IV.2.5.1. Dosage des lipides (Soxhlet).....	25
IV.2.5.2. Dosage des glucides (Duchateau et Florkin).....	26
IV.2.5.3. Dosage des protéines (Kjeldahal).....	27
IV.2.6. Analyse chimique.....	28
IV.2.6.1. Dosage des métaux lourds par spectroscopie d'adsorption atomique.....	28
IV.2.7. Analyse microbiologique.....	28
IV.2.7.1. Préparation de la solution mère et des dilutions.....	28
IV.2.7.2. Dénombrement de la flore totale mésophile (FTAM).....	28
IV.2.7.3. Recherche et dénombrement des <i>staphylococcus aureus</i>	28
IV.2.7.4. Recherche des de Clostridium sulfitoréducteur.....	29
IV.2.7.5. Recherche de <i>Salmonella</i>	29
IV.2.7.6. Recherche et dénombrement de Streptocoque fécaux.....	29
IV.2.7.7. Expression des résultats.....	29
IV.2.7.8. Analyse statistique des données.....	31

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1. Analyse organoleptique.....	32
V.1. Analyse organoleptique.....	33

V.1.1. Test de fraîcheur	33
V. 2. Biométrie	33
V.3. Analyses physicochimiques.....	34
V.3.1. Détermination du pH.....	34
V.3.2. Détermination de l'acidité titrable.....	35
V.3.3. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche.....	36
V.3.4. Détermination de la teneur en cendre	37
V.4. Analyses biochimiques.....	37
V.4.1. Dosage des glucides	38
V.4.2. dosage des protéines.....	39
V.4.3. dosage des lipides	40
V.5. Analyse chimique	41
V.5.1. Dosage des métaux lourds	41
V.5.1.1. Plomb	41
V.5.1.2. Cadmium	42
V.5.1.3. Cuivre	43
V.5.1.4. Zinc	44
V.6. analyse microbiologique	46
V.6.1.Flore mésophile totale	46
V.6.2. <i>staphylococcus aureus</i>	46
V.6.3. <i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	46
V.6.4. <i>Salmonella</i>	47
V.6.5.streptocoque fécaux	47
Conclusion.....	48

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

ABVT : Azote basique volatil totale.

ADP : Adénosine diphosphate .

AGPI : Acide gras poly saturé.

AGS : Acide gras saturé.

AMP: Adénosine monophosphate.

ATP: Adénosine triphosphate .

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

CE : Communauté européenne.

DJT : Dose journalière tolérable.

DMA: Diméthyle amine.

FAO: Food and agriculture Organization.

FDA: Food and Drug Administration.

FTAM : Flore totale aérobie mésophile.

HPLC : Chromatographie liquide haute performance .

IMP : Inosine mono-phosphate.

IFREMER: Institut Français de Recherche et d'Exploration de la Mer

MS : Matière sèche.

OMS : Organisation mondial de la santé.

OTMA : oxyde triméthylamine

PCA : Plate count agar.

TCA : Temps de céphaline activée.

TMA : Triméthylamine.

SAA : Spectrophotométrie d'absorption atomique.

SFB : Bouillon au Sélinite Acide de sodium.

VF : viande foie.

VPO : Viande, produits de pêche, œuf.

VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

Liste des figures

- Figure 01** : Sardine commune *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).
- Figure 02** : Rouget de vase *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758).
- Figure 03**: Auto-oxydation des lipides polyinsaturés (Al-Sayed, 2007).
- Figure 04** : Formation de l' histamine (F.A.O, 2004).
- Figure 05** : Les valeurs moyennes de l'indice de fraîcheur pour les deux espèces étudiées.
- Figure 06**: Paramètres biométriques chez *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus*.
- Figure 07**:Variation de pH de la chair de *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus*.
- Figure 08**:Variation de l'acidité titrable de la chair de *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus*.
- Figure 9** :Teneur en matière sèche de la chair de *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus*.
- Figure 10** :Teneur en cendres sèche de la chair de *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus*.
- Figure 11** : Les valeurs de la teneur en glucides, protéines et lipides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.
- Figure 12**: les valeurs de la teneur en glucides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.
- Figure 13**: Les valeurs de la teneur en protéines chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.
- Figure 14**: Les valeurs de la teneur en lipides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.
- Figure 15** : les Concentrations en Plomb chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.
- Figure 16** : les Concentrations en Cadmium chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.
- Figure 17** : les Concentrations en cuivre chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.
- Figure 18** : les Concentrations en zinc chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition du char de poisson en minéraux (Vierling, 2008).

Tableau 2 : classification de *Sardina pilchardus*

Tableau 3 : Classification systématique de *Mullus barbatus*.

Tableau 4 : Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides.

Tableau 5 : Les critères microbiologique de s poissons frais.

Tableau 6 : Les critères sensorielle des deux espèces *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.

Tableau 7 : les valeurs de la teneur en glucides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.

Tableau 8 : les valeurs de la teneur en proteines chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.

Tableau9 : les valeurs de la teneur en lipides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.

Depuis toujours, dans de nombreuses régions du monde, les produits de la mer font partie du régime alimentaire quand ils ne constituent pas, comme c'est le cas dans certains pays, la principale source de protéines animales. De nos jours, de plus en plus nombreux sont ceux qui voient dans le poisson un substitut à la viande rouge, jugée meilleure pour la santé (**Martin, 2001**).

La qualité des produits de la pêche est définie par une série de caractéristiques impliquant leur composition initiale, leur valeur nutritionnelle, les conditions de capture, de stockage, de distribution et de commercialisation (**Dumay, 2006**) Les conditions de manutention post-mortem influencent directement la fraîcheur du produit (**Aguilar, Sanchez & Burgueno, 2000**).

Le poisson subit immédiatement après sa mort un processus naturel de décomposition qui est le résultat de la superposition de réactions chimiques, enzymatiques et bactériennes (**Aubourg, 2005**). La conséquence en est une rapide altération des propriétés organoleptiques, une réduction de la valeur nutritive (protéines, lipides, vitamines et par fois glucides).

L'objectif de notre étude est de suivre, d'évaluer la qualité de deux espèces marines largement consommées en Algérie : *Sardina pilchardus* et *Mulus barbatus*, et de déterminer leurs degré de fraîcheur. Le suivi de cette qualité concerne l'analyse physicochimique (pH, acidité...), la détermination de l'état hygiénique et microbiologique de nos échantillons, la mesure des paramètres organoleptiques, biochimiques chimiques, microbiologiques dans l'appréciation de la qualité de l'espèce cible.

Cette étude s'articule sur deux parties :

- ✓ La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique permettant de saisir les différentes informations concernant les poissons.
- ✓ La deuxième partie rapporte sur une étude expérimentale exposant le matériel et les méthodes utilisées, et les résultats et les interprétations, en suite la discussion, la conclusion générale pour clôturer le travail.

I. Poisson

I.1. Définition du poisson

En tant qu'espèce et/ou individu de cette espèce animal aquatique vertébré à peau non cornée, à température variable et à respiration généralement branchiale, pourvu de nageoires et possédant généralement une vessie natatoire, présentant souvent un corps fusiforme et couvert d'écailles, qui se reproduit selon le mode ovipare ou vivipare (**König, 2012**).

I.2. Classification des poissons

I.2.1. Classification systématique

I.2.1.1. Agnathostomes

Leur bouche rudimentaire, qui se comporte comme une ventouse, ne possède pas de mâchoires, et ne peut donc pas modifier son ouverture. Leur squelette est cartilagineux et composé d'une capsule crânienne et d'une colonne vertébrale sans côtes.

I.2.1.2. Gnathostomes ; vertébrés à mâchoires (**Eames et al., 2007**) :

- Acanthodiens (fossiles) ;
- Placodermes ;
- Chondrichthyens (poissons cartilagineux) ;
- Ostéichthyens (Poissons osseux) ;
- Poisson à nageoires charnues (**Guillaume et al., 2001**).

I.2.2. Classification selon l'origine

Selon les zoologistes, un autre critère doit être mis en compte, celui de l'origine, nous en distinguons également deux sortes :

I.2.2.1. Poisson d'eau douce, vivant dans les rivières et les lacs.

I.2.2.2. Poisson d'eau de mer, vivant dans les océans et les mers du globe (**Bertozzini, 2001**).

I.2.3. Classification selon la teneur en lipide

De point de vue alimentaire, nous distinguons trois types de poisson selon leur teneur en lipides :

I.2.3.1. Poissons maigres (moins de 5 %) ; anchois, bar ; barbue, brème, brochet, merlan, turbot.

I.2.3.2. Poissons demi-gras (de 5 à 10 %) ; alose, bonite, congre, flétan.

I.2.3.3. Poissons gras (plus de 10 %) ; anguille, saumon, thon, sardine (**Adrian et al., 2003**).

I.3. La qualité du poisson

La chair du poisson est, d'un point de vue nutritionnel, un produit carné, et présent donc des qualités nutritionnelles proches de la viande. Elle contient en moyenne 70 à 80 % d'eau, 16 à 22 % de protéines, peu de glycogène (moins de 1 % en générale) (**Medale, 2005**). Aussi une source des protéines très digestes et de haute valeur biologique (**Medale et al., 2003**).

I.3.1. Apports en protéines

Le poisson représente un apport en protéines d'aussi bonne qualité que la viande. Il contient en outre une quantité plus importante de substances azotées non protéiques (ammoniacque, urée...) qui lui donnent une odeur caractéristique. Le poisson contient en moyenne 20 % de protéines (**Médale et al., 2008**).

Comparé au muscle des animaux terrestres, la chair de poisson contient davantage de protéine myofibrillaires (70 % à 80 % contre 39 % à 68 %) ; davantage d'acide aminé libre et moins de protéine insoluble (3 % à 10 % contre 16 % à 18 %).

En effet ; le collagène, protéine fibreuse insoluble, constituant majeur de tissu conjonctif, y est 10 fois moins concentré que dans la viande rouge (**Médale et al., 2003**).

I.3.2. Apports en lipides

La teneur en lipides de la chair des poissons varie d'une espèce à l'autre car les sites préférentiels de stockage des lipides (foie, tissu adipeux sous-cutané, tissu adipeux périveriscéral, tissus musculaires).

Il est maintenant bien connu que les acides gras long polys insaturés de la série (n-3), sont bénéfique pour la santé humaine en particulier pour la prévention de maladie cardiovasculaire (**Calder, 2004; Médale et al., 2008**), et moins de risque d'être atteints de la maladie d'Alzheimer (**Morris et al., 2003**) et moins de cas de dépression (**Ness et al., 2003**).

I.3.3. Apports en vitamines

Le contenu en vitamines de la chair des poissons est très variable selon l'espèce, la saison et la zone géographique d'habitat, mais, comme pour les lipides, le facteur majeur de variation est l'apport alimentaire (**Médale et al., 2008**).

I.3.3.1. Vitamines liposolubles

Les vitamines A et D, sont particulièrement concentrées dans le foie des poissons ; en comparaison, la chair elle-même en contient relativement peu (**Médale et al., 2003**).

Les vitamines liposolubles sont généralement plus concentrées chez les poissons gras. Parmi les vitamines liposolubles, la vitamine E a fait l'objet d'une attention particulière en raison de ses propriétés anti-oxydantes (**Médale et al., 2008**).

I.3.3.2. Vitamines hydrosolubles

La chair de poisson est riche en vitamine PP et en vitamine B12. Parmi les aliments d'origine animale, le poisson est la meilleure source de vitamine B6, les autres vitamines du groupe B sont présentes en concentration modérée. La teneur en vitamine B1 augmente avec la proportion de muscle rouge. A l'inverse de la vitamine B2, elle est plus concentrée dans la chair des espèces d'eau douce que des poissons marins.

La chair de poisson est pauvre en vitamine C (1 à 5 mg/100 g) (**Médale et al., 2003**).

I.3.3.3. Minéraux et oligo-éléments

Le poisson est un aliment riche en minéraux. Dans l'ensemble, les poissons sont riches en phosphore (P), en potassium (K) (l'élément le plus abondant), sa concentration est semblable à celle des viandes (**Tableau 1**) (**Vierling, 2008**) et en soufre (S), tandis qu'ils sont pauvres en calcium (Ca), en magnésium (Mg) et en sodium (Na) (**Fredot, 2006**).

Les produits de mer sont riches en iode (I), mais, il faut signaler que les poissons sont pauvres en fer (**Fredot, 2006 ; Vierling, 2008**).

Tableau 1 : Composition de la chair de poisson en minéraux (Vierling, 2008).

Éléments	Teneur dans la chair du poisson
Phosphore (P)	Au moins 205g de poisson pour 100 g de poisson
Potassium (K)	300 à 500 mg/kg
Calcium (Ca) Magnésium (Mg)	20 à 30 mg pour 100 g de la chair
Sodium (S)	70 à 100 mg pour 100g
Iode (I)	Près de 100 µg pour 100g
Fer (Fe)	Proche de 1 mg pour 100 g

I.4. Espèces étudiées

I.4.1. la Sardine commune (*Sardina pilchardus*)

La sardine (*Sardina pilchardus*) (**figure 1**) est une espèce de poisson de la famille des Clupeidae, qui comprend également le hareng, l'aloise (Cingolani et al., 2004).

- **Position systématique**, représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Classification de *Sardina pilchardus*

Règne	Animale
Embranchement	Vertébrés
Sous embranchement	Gnatostomes
Super classe	Poissons
Classe	Ostéichthyens
Sous classe	Téléostéens
Super ordre	Clupéiformes
Ordre	Clupéoides
Famille	Clupéidés
Genre	<i>Sardina</i>
Espèce	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)



Figure 1 : Sardine commune (*Sardina pilchardus*) (Walbaum, 1792)

- **Distribution géographique et migration**

La sardine commune (*Sardina pilchardus*) est un poisson pélagique vivant dans les eaux côtières et jusqu'à 120 m de profondeur. Sa taille maximale est de 25 cm (Gaamour et al., 2000 ; Hattour, 2000).

Elle évolue en Atlantique Nord-Est de la Norvège à l'Ecorce jusqu'au Sénégal, et en Méditerranée (Ettahiri et al, 2003 ; Baibai et al, 2012).

Est très abondante dans le Golfe de Gascogne et en Méditerranée occidentale, ainsi que sur les côtes marocaines et mauritaniennes qui constituaient sa limite sud (Forest, 2001).

- **Reproduction et croissance**

La maturité sexuelle est acquise à une taille variable comprise entre 10 et 20 cm, atteinte à $16,3 \pm 0,31$ cm pour les mâles et à $17,5 \pm 0,35$ cm pour les femelles qui se reproduisent dans une eau dont la température est de $16,3$ °C à $18,9$ °C.

La sardine se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte, une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (Rochet, 2000).

- **Alimentation**

La sardine se nourrit de plancton, d'œufs et de larves de crustacés.

La sardine utilise deux modes de nutrition; le "particulate-feeding" qui est une prise de nourriture volontaire par la bouche, et un "filter-feeding" qui représente la filtration de petites particules grâce aux branchies (Garrido et al., 2007).

Coloration : le dos de la sardine adulte est bleu foncé, son ventre est argenté et présente, dans la zone intermédiaire, frange bleu-verdâtre avec reflète métalliques ; au commencement de cette frange une ou plusieurs taches, pas toujours apparentes (**Fischer et al, 1987**)

I.4.2. Rouget de vase (*Mullus barbatus*)

Le genre *Mullus* est tiré du latin *Mulleus* qui signifie rouge et désigne le rouget. Le rouget de vase était un genre de poisson de la famille des Mullidés, Le rouget barbet de vase *Mullus barbatus* (**figure 2**) à un corps allongé, au profil ventral assez plat. Et recouvert de grandes écailles cténoïdes sur la tête.

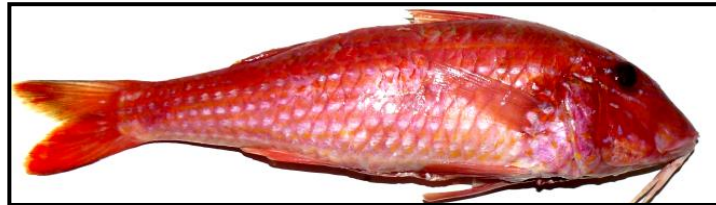


Figure 2 : Rouget de vase (*Mullus barbatus*) (**Linnaeus, 1758**)

- **Position systématique :** représente dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Classification systématique de *Mullus barbatus*.

Règne	Animale
Embranchement	Chordés
Sous embranchement	Vertébrés
Super classe	Ostéichtyens
Classe	Actinoptériens
Sous classe	Téléostéens
Super ordre	Acanthopterygii
Ordre	Perciformes
Famille	Mullidés
Genre	<i>Mullus</i>
Espèce	<i>Brbatus</i> (Linnaeus, 1758)

- **Distribution géographique**

Mullus barbatus est présent en Atlantique (des côtes européennes et africaines), du nord du golf de Gascogne jusqu'au Sénégal en passant par les îles canaries. Ainsi qu'en méditerranée et en mer

noire. Les œufs, les larves et les post larves du rouget de vase sont pélagiques, et vivent dans les eaux de surface jusqu'à une profondeur de 30-35 m, Le rouget de vase adulte présente une abondance maximale sur les fonds vaseux à des profondeurs comprises entre 50 et 200 m (**Lombarte et al., 2000**).

- **Coloration**

En général, le corps du rouget barbet de vase est de ton rougeâtre sur le dos, rosé avec des reflets argentés sur les flancs. Le ventre est blanc, sa ligne latérale est bien marquée.

- **Reproduction- multiplication**

Les sexes sont séparés. En méditerranée, La maturité sexuelle est atteinte à deux ans, sa taille avoisinant alors de 15 pour les mâles et 17 cm pour les femelles (**Mahé et al., 2005**). La reproduction a lieu la nuit, du printemps à l'été. La ponte a lieu de mai à août, sur des fonds de vase entre 80 et 130 m, et il peut avoir jusqu'à 100000 œufs qui éclosent après 03 jours (**Didier Laurent, 2016**).

II.1. Evolution des muscles après la capture

Après la mort du poisson, plusieurs réactions entrent en jeu dans son système protéique musculaire. Les phénomènes d'apparition et de résolution de la rigidité cadavérique sont rapides et interviennent en moyenne respectivement 5 à 22 heures après la mort lors de l'entreposage immédiat à 0 °C. La chute de pH reste modérée pendant l'apparition du *rigor mortis*. Cet abaissement de pH est généralement de 7.0 à 6.5-6.0 dans le cas des poissons maigres et de 6.0- à 5.6 dans le cas des poissons gras (**Linden et Lorient, 1994**).

On distingue trois phases dans l'évolution du muscle après la mort :

✓ Phase "*pré-rigor* "

Après la mort, l'arrêt de la circulation sanguine prive le muscle d'oxygène, provoque une chute du potentiel redox et crée un milieu propice à l'anaérobiose (**Trémolières et al., 1984 ; Khelalef, 1990**), et une dégradation de glycogène grâce à l'ATP disponible (**Kodo, 1990**). Cette anaérobiose favorise la transformation du glycogène en acide lactique, le muscle est encore mou ; le pH est voisin de 7. Cette étape ne dure qu'un jour en moyenne puis cette caractérisation du muscle tend disparaître (**Chéret, 2005**).

✓ Phase de "*rigidité cadavérique*" ou "*rigor mortis* "

Caractérisée par le durcissement du muscle et la perte de son extensibilité. La rigidité musculaire débute par la queue pour s'étendre à tout le corps (**Kodo, 1990**).

L'épuisement de l'ATP disponible favorise les liaisons entre l'actine et la myosine, avec formation irréversible d'actomyosine. Par ailleurs, la formation d'acide lactique abaisse le pH jusqu'à une valeur limite de (6.2 à 6.5) ; cette abaissement du pH a pour effet d'inhiber certaines enzymes dont notamment les phospholipases mais maintiendrait l'activité protéolytique (**Trémolières et al., 1984 ; Khelalef, 1990**). La durée et l'intensité de la "*rigor mortis*" dépendent de l'espèce de poisson, de son état au moment de la capture (fatigue, stress) et de la température. La "*rigor mortis*" induit une diminution de l'extractibilité des protéines et une baisse de leur capacité de rétention d'eau (**Davis, 1995**).

✓ Phase "*post-rigor*" ou phase de maturation

Les phénomènes conduisant à cette phase de maturation seraient dus essentiellement à des processus autolytiques. Les lysosomes libèrent à pH bas des protéases (active à pH 5 à 5.5) qui peuvent être l'un des causes de ramollissement des muscles (**Trémolière et al., 1984 ; Khelalef, 1990**). Les cathepsines (issus des lysosomes) hydrolysent les fibres musculaires. C'est l'état de *post-rigor* qui se traduit par une flaccidité des tissus et un retour à l'aspect souple existant en *pré-rigor* (**Kodo, 1990**). La baisse du pH ralentit (au moins au début) la prolifération microbienne. Si le poisson fourni de gros efforts lors de la capture, il aura consommé la quasi-totalité de son glycogène musculaire. Il entra rapidement de l'état de la rigidité cadavérique et y restera peu de temps d'où une moins bonne conservation (**Kodo, 1990**).

II.2. Altérations des poissons

D'une manière générale, les changements et la dégradation post mortem des produits de la pêche sont sous l'action conjuguée des enzymes et des bactéries. Ceci se traduit par de complexes réactions de détériorations intrinsèques (autolyse, protéolyse et lipolyse) et extrinsèques (bactéries) (**Oumansour, 2001**).

L'altération de produits de la pêche est essentiellement le résultat de phénomènes sensoriels, microbiologiques et autolytiques (**FAO, 2003**).

II.2.1. Altération sensorielle

Une évolution sensorielle du niveau de l'oxydation se traduit par une modification de l'odeur ou de l'arôme de produit. Chez les poissons, les principaux composés responsables de la mauvaise odeur sont les produits carbonylés issus de l'oxydation des lipides (**Eymards, 2003**). L'altération sensorielle varie considérablement en fonction de l'espèce et du mode de conservation (**FAO, 1999**).

Après la capture, les caractéristiques organoleptiques et sensorielles du poisson se modifient comme suit :

- ✓ l'œil saillant et clair s'altère en devenant opaque ; brumeux et par suite blanchâtre.
- ✓ Les branchies rouges deviennent rose fade et passent ensuite au gris et au brun ;

- ✓ L'anus fermé s'ouvre avant de devenir béant ;
- ✓ La chaire ferme ; élastique et blanche se gélifie et finit par ramollir
- ✓ Les écailles et la peau passe de brillant à la décoloration pour devenir terne et le mucus devient opalescent.

II.2.2. Altération autolytique

L'altération autolytique est largement représentée par la dégradation de l'ATP, cette dernière permet la formation de l'ADP, l'AMP, l'IMP, l'Ino et l'Hx. Il a été démontré que les produits issus de la dégradation de l'ATP ont pour conséquence l'arrière goût amer du poisson altéré (**Hughes et Jones, 1966**).

Les enzymes de la protéolyse autolytique contribuent à la dégradation des tissus de la chaire de poisson *post mortem*, conduisant à un ramollissement considérable du muscle (**Chéret, 2005**).

Les protéines sont très peu touchées pendant la *rigor mortis*. Elles le seront ultérieurement sous l'effet des enzymes protéolytiques (cathepsines, calpaines et collagénase). Il en résulte une augmentation en certains composés tels que l'acide glutamique, l'ammoniaque (NH₃) et la tyrosine (**Diop, 2008**).

II.2.3. Oxydation des lipides

La stabilité des lipides vis-à-vis de l'oxydation dépend de leur localisation dans les différents tissus (**Eymard, 2003**). L'oxygène de l'air réagit au contact des matières grasses contenues dans la chaire du poisson (**Tuara, 1999 ; Fernandes, 2009**). Ce processus est complexe dans lequel intervient l'hydrolyse des esters et d'acides gras, l'oxydation cétonique, la formation des peroxydes (peroxydation lipidique enzymatique et non enzymatique) et la dégradation de ces corps en composés divers tel que les cétones et les aldéhydes (**Bacha, 1982 ; Boude, 1994**).

C'est un processus oxydatif d'altération des lipides portant essentiellement sur les AGPI (cibles privilégiées) en raison de leurs oxygènes bisallylique facilement oxydables (**Servais, 2004**). L'oxydation des lipides est initiée principalement dans la fraction phospholipidique insaturée des membranes cellulaires. Elle fait appel essentiellement à un mécanisme endogène de réactions en chaîne, de nature radicalaire (**Rennerre, 2000**) se déroule en trois étapes. Les poissons sont très sensibles à l'auto-oxydation (**figure 3**) (**Al-Sayed, 2007**).

De plus les acides gras saturés saturés (A.G.S) ne s'oxydent qu'à des températures supérieures à 60°C, tandis que les acides gras polyinsaturés s'oxydent même lors de l'entreposage des aliments à l'état congelé (Grandjean, 2001; Favier 2003).

En conséquence, il peut se produire des modifications de goût acré ; d'odeur désagréable, changement de couleur et de stabilité au stockage (Tuara, 1999 ; Pelli et Lyly, 2003 ; Fernandes, 2009).

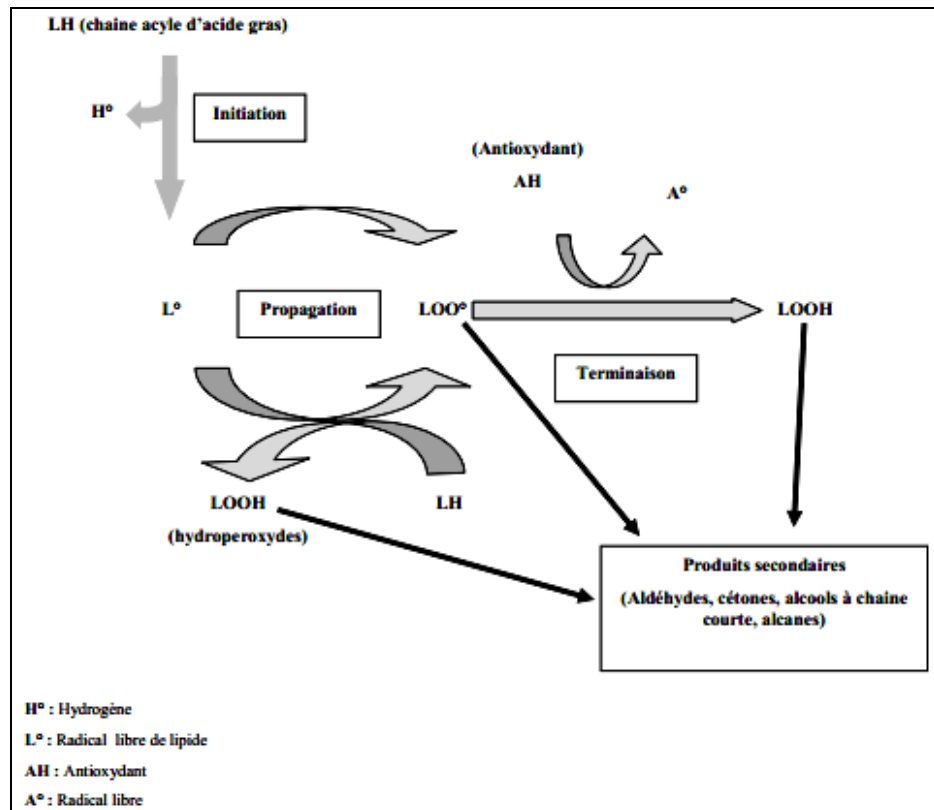


Figure3 : Auto-oxydation des lipides polyinsaturés (Al-Sayed, 2007)

II.2.4. Lipolyse

La lipolyse est l'un des principaux mécanismes de dégradation des lipides post mortem qui permet la libération des acides gras poly-insaturés (AGPI) (Shewfelt, 1981 ; Eymrad, 2003). C'est un phénomène enzymatique qui se déroule dans la chair crue au cours de sa maturation ou sa conservation. La lipolyse est catalysée par des enzymes spéciales : les lipases et les phospholipases (van Der Bosch, 1980) qui présentent un pH d'activité optimale basique (Alansier, 1996).

II.2.5. Altération microbiologique

En condition normale, la chair du poisson est stérile (**Guiraud, 1998**). Par contre, la peau, les branchies et l'intestin hébergent une flore commensale plus ou moins abondante, comprise entre 10^2 et 10^5 germes/cm² de peau, entre 10^3 et 10^7 germe/cm² de branchies et entre 10^3 et 10^8 germes/g de contenu intestinal (**Bourgeois et al., 1996**).

A l'état post mortem et suite à l'autolyse, les enzymes digestives détruisent la barrière intestinale et de ce fait permettent la dissémination des germes. Ces microorganismes sont de nature psychrophile, ce qui explique leur action même à basse température. Ce type d'altération peut aboutir à la formation d'un produit toxique : l'histamine (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

De nombreux facteurs conditionnent les modalités de l'altération microbienne : variété de poisson, pH de la chair, richesse en graisse, habitat du poisson, type et étendue de la contamination microbienne et les conditions de la pêche et de stockage. La microflore contaminant du poisson est fortement influencée par celle du milieu aquatique (**Diop, 2008**).

La dégradation bactérienne des produits de la pêche débute par la disparition de l'odeur caractéristique du poisson frais (odeur d'algue marine) et l'apparition progressive d'odeurs aigres ou acide puis aminées et soufrées. Enfin ammoniacales et fécales (état putride). Ces modifications sont dues à l'apparition de déchet du métabolisme bactérien (**Kodo, 1990**).

II.2.6. Formation de l'amine biogène histamine

L'histamine est une amine se forme par décarboxylation de la L-histidine libre par une enzyme d'origine principalement bactérienne mais aussi tissulaire: l'histidine décarboxylase.

Après la mort du poisson et dans certaines conditions de stockage, notamment à partir de 2-5 °C, les bactéries produisant l'histidine décarboxylase peuvent se multiplier conduisant à la formation d'histamine. Cette production peut être parfois très rapide à partir de 10 °C (**Dalgaard, 2007 ; Pilet, 2008**).

- ✓ La formation de l'histamine (**figure 4**) dans les poissons dépend de deux facteurs essentiels:
La teneur en histidine, directement liée à l'espèce animale.

- ✓ La présence de bactéries capables de synthétiser l'histidine décarboxylase. Les principales bactéries responsables de la formation d'histamine appartiennent à la famille des Entérobactéries (Guillaume, 2009).

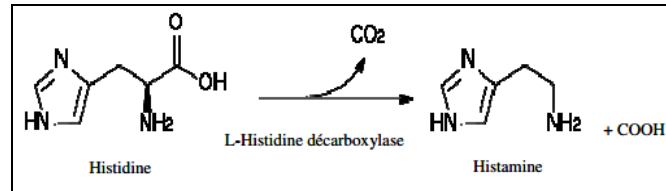


Figure 4 : Formation de l'histamine (F.A.O, 2004).

II.3. Contamination des poissons par les métaux lourds

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en de très faibles quantités (Ghali, 2008). Ils sont acheminés dans les écosystèmes marins par voie atmosphérique et par le biais des cours d'eau (Maanan et al., 2004 ; Glasby et al., 2004).

À la différence des autres contaminants, les métaux lourds sont des composés inorganiques, ce sont des minéraux, très toxiques, même à de faibles concentrations (Bourrinet et al., 2008).

II.3.1. la bioaccumulation des métaux lourds

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne donc la somme des absorptions d'un élément par voie directe et alimentaire par les espèces animales aquatiques ou terrestre (Ramade, 2000 ; Casas, 2005 ; Ramade, 2007 ; Bliefert, 2008).

Pour l'homme, la problématique des métaux lourds est majeure car elle affecte toutes les caractéristiques de la vie.

La qualité des poissons se dégrade après la mort en raison de des réactions chimiques et des dégradations microbiennes (**Huss, 1995**). Les résultats de ces réactions entraînent des détériorations de la qualité sensorielle des produits de la mère (**Haard, 2002**). La fraîcheur est le plus important attribut lors de l'évaluation de la qualité des poissons.

III.1. Méthodes sensorielles

L'évaluation sensorielle est définie comme la discipline scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques des aliments perçues par les sens : la vue, l'odeur, le goût, le toucher et l'ouïe. Les méthodes d'évaluation sensorielles constituent le meilleur moyen d'évaluer la fraîcheur ou la détérioration de la qualité d'un poisson frais, elles se basent sur un examen visuel de l'aspect du poisson y compris celui des yeux, de la peau, des branchiers et de l'abdomen suivant un barème de cotation fixé dans le cadre de la communauté Européenne. De façon générale les précisions de prédiction des méthodes sont comprises entre 1 et 2 jours (**Sveinsdottir et al., 2002 ; Cardenas Bonilla et al., 2007**), le nombre de poissons étudiés impactant la précision d'évaluation (**Hyldig et al., 2010**).

III.2. Méthodes physiques

Une dernière famille de méthodes utilisées pour évaluer la fraîcheur du poisson est celle des méthodes physiques avec notamment la mesure de la texture, des propriétés électriques du muscle et l'analyse d'image (**Sánchez-Alonso et al., 2010**).

III. 2.1. Analyse de la texture

Le principe général des texturomètres consiste à mesurer la force de réaction d'un aliment suite à une déformation qui lui est imposée. Les tests développés pour l'analyse des produits de la mer sont essentiellement empiriques, mesures instrumentales corrélées à des tests sensoriels (**Careche et al., 2003; Sánchez-Alonso et al., 2010**).

De nombreux tests existent pour évaluer la texture d'un aliment, comme le test de Kramer et Warner-Bratzler qui utilise des lames passant à travers l'aliment, la texture y est évaluée en mesurant les forces de compression/cisaillement. D'autres tests comme le test de pénétration avec un poinçon, de compression relaxation ou le profil textural ont

été développés. Les mesures de force/déformation ont pu être corrélées avec des appréciations sensorielles comme la dureté, la cohésion, la souplesse, l'adhésivité, la fragilité ou l'aptitude à être mastiquée (Tahergorabi *et al.*, 2012; Debusca *et al.*, 2014).

III.2.2. Suivi des propriétés électriques du muscle

Une seconde approche physique s'est basée sur la mesure des propriétés diélectriques du muscle. Lors de l'altération, une lyse cellulaire est observée libérant le contenu cytoplasmique, riche en électrolytes, dans l'espace intercellulaire (Oehlenschläger *et al.*, 2003). Ceci induit une modification des propriétés diélectriques du muscle, notamment de sa résistance et sa capacité électrique (Ozogul, 2010). Ces mesures ont été corrélées avec des analyses sensorielles réalisées sur du poisson, la résistance électrique diminuant et la conductivité augmentant en cours d'altération. (Oehlenschläger *et al.*, 2003).

III.3. Méthodes chimiques et physicochimiques

Ces méthodes objectives doivent être en corrélation avec la qualité sensorielle, et les composés chimiques qui sont déterminés doivent augmenter ou diminuer comme la détérioration microbienne ou les procédés d'autolyse (Husse, 1995). Les procédures les plus utilisées pour mesurer objectivement la qualité des produits de la mer sont :

III.3.1. pH

Le pH est un paramètre qui montre la diminution de la qualité de la chair durant le stockage. Le procédé technologique est influencé par le développement de la rigor, la température post mortem, et le pH (Greaser et Pearson, 1999). Le pH poste mortem est varie de 5,5 à 7,1 suivant la saison, les espèces et d'autre facteurs (Haard, 2002).

III.3.2. Azote basique volatil totale (ABVT)

Ammoniac, DMA, TMA ainsi que des amines primaires à faible poids moléculaire sont des molécules regroupées sous la dénomination de bases volatiles et constituent l'azote basique volatil total (Ifremer, 2008). Ces composés sont essentiellement issus de la dégradation de l'OTMA et d'acides aminés. Une des méthodes de référence pour le

dosage de l'ABVT (**European commission, 2005**) consiste à déprotéiniser l'échantillon, puis de distiller et entraîner à l'aide d'un flux de vapeur l'ensemble des amines volatiles avant de les titrer par un acide fort. Les autres méthodes de référence consistent à réaliser une distillation directe sans précipitation ou utiliser la méthode de microdiffusion de Conway, plus difficile à mettre en œuvre (**Timm et Jørgensen, 2002**).

III.3.3. Triméthylamine (TMA)

A la suite de la mort, les bactéries agissent sur le OTMA via l'enzyme OTMA déméthylase pour produire la TMA, qui considérée comme la principale cause de mauvaises odeur dans les produits de la pêche. La TMA peut être utilisée comme un indicateur de l'altération mais comme pas un indicateur de fraîcheur. Plusieurs méthodes analytiques ont été développées pour mesurer la TMA, DMA ou encore l'ABVT : la distillation à vapeur, la microdiffusion conway et titration, une méthode colorimétrique, la photométrie, l'HPLC (**Timm et Jørgensen, 2002**).

III.3.4. Diméthyle amine (DMA)

Le poisson contient l'OTMA qui converti en TMA par les bactéries, quand la croissance bactérienne est inhibées, cette réaction est remplacée par l'action d'une enzyme qui se convertir lentement en DMA et formaldéhyde. La formation de ces produits peut causé des changement de qualité du poisson au cour du stockage (**European commission, 2005**).

III.3.5. Formaldéhyde

Le formaldéhyde contenu dans les produits de la pêche et considéré comme non toxique, mais qui peut réagir avec des résidus d'acide aminée et des composées à faible poids, moléculaires qui entraîne la dénaturation des protéines (**Nielsen et Jorgensen, 2004**).

III.3.6. Amines biogènes

Les amines biogènes sont des molécules issues de la décarboxylation d'acides aminés, essentiellement sous l'action d'enzymes bactériennes. Parmi les amines biogènes isolées dans les poissons sont notamment retrouvées l'histamine, la putrescine, la

cadavérine et la tyramine. Ces amines proviennent respectivement de la décarboxylation de l'histidine, l'ornithine, la lysine et la tyrosine. L'histamine est l'amine biogène responsable d'une intoxication alimentaire spécifique des produits de la pêche appelée intoxication scombroïde qui touche particulièrement la chair des Scombridés, Clupéidés et Engraulidés.

Les espèces bactériennes productrices d'histamine sont bien renseignées dans la littérature, ainsi *Hafnia halvei*, *Raoultella planticola*, *Morganella morganii*, *Morganella psychrotolerans* ou encore *Photobacterium phosphoreum* ont été décrits productrices d'histamine (Huss, 1999).

III.4. Méthodes microbiologiques

Le but des examens microbiologique des produits de la pêche est d'évaluer la présence possible des bactéries ou d'organismes pouvant avoir des conséquences sur la santé publique et donner une idée sur la qualité hygiénique de poisson incluant la rupture de la chaîne du froid, l'hygiène ou cour de la manutention et du traitement. Les données microbiologique ne fournissent pas en générale l'information sur l'appétence ou la fraîcheur (Aksnes, 1989).

IV.1. Matériel

IV.1.1. Matériel biologique

Les deux espèces du poisson

- La sardine (*Sardina pilchardus*)
- Le rouget de vase (*Mullus barbatus*)

IV.1.2. Réactifs et étalons

- Solution NaOH (0,1N)
- solution tampon (phtalate et phosphate)
- solution étalon de (Cadmium, Cuivre, Plomb et Zinc) de 1000 mg/L
- Eau distillée
- Eau physiologique stérile
- Phénolphtaléine
- Acide nitrique
- Acide sulfurique concentré
- Acide chlorhydrique
- Sel (K_2SO_4)
- Catalyseur Cu($CuSO_4$)
- Ether de pétrole
- Chloroforme
- TCA (20%)
- Anthrone (9.10-dihydro9-oxanthracéne)
- Les milieux de cultures (PCA-VRBL-SFB-VF-Hécktoen-Roth-Litsky)

IV.1.3. Appareillage

- Agitateur magnétique et barreau
- Appareil de soxhlet
- Appareil de kjeldahl
- Balance analytique
- Bain de sable
- Bain-marie
- Centrifugeuse
- Etuve à 105 °C
- Four à moufle à 550°C
- Hotte
- Mortiers
- pH-mètre
- Réfrigérateur
- Spectrophotomètre d'absorption atomique avec flamme

IV.1.4. Verreries

- Ballons
- Erlenmeyer de 250 ml
- Béchers
- Burette de 25 ml jaugée
- Creusets
- Eprovettes
- Flacons en verre étanches à bouchon visé

- Fioles jaugées
- Micropipettes
- Pipettes
- Pipettes pasteur
- Tubes à essai
- Spatules

Matériel de manipulation (couteaux, portoir, planche à découpe, poire en caoutchouc, pots, potence etc...).

IV.1.5. Site d'étude

La ville de Jijel est située au Nord-est du pays, sur le littoral méditerranéen, c'est une ville à vocation agricole, touristique et de pêche au regard de sa façade maritime qui s'étend sur 120 Km et d'une superficie maritime de 10166 km² soit 10 % de la superficie maritime nationale.

VI.2. Méthodes

IV.2.1. Echantillonnage, prélèvement et transport de l'échantillon

La sardine (*Sardina pilchardus*) et le rouget de vase (*Mullus Barbatus*) utilisées dans ce travail expérimental proviennent respectivement de la pêche de Jijel. Afin d'obtenir du poisson frais, les espèces prélevées au hasard, sont placées dans un emballage stérile (une glacière), puis transportés immédiatement au laboratoire de contrôle de qualité à l'université de Jijel.

IV.2.2. Biométrie

Les paramètres corporels étudiés sont les suivants :

- **Détermination de la taille (longueur et largeur):** la taille de chaque pièce de rouget et de sardine a été déterminée à l'aide d'une règle.
- **Détermination du poids totale:** chaque échantillon a été pesé, à l'aide d'une balance.

IV.2.3. Analyse organoleptique

L'analyse organoleptique a été réalisée par un panel sensoriel composé de cinq juges, selon les directives concernant les poissons frais. Quatre Catégories ont été classées: la plus haute qualité (**E**), la bonne qualité (**A**), la qualité moyenne (**B**) et la qualité inacceptable (**C**). L'évaluation sensorielle du poisson comprenait les paramètres suivants: Peau, odeur externe, branchies, consistance et odeur de chair (**Vanesa et al., 2004**).

L'ensemble des descriptions sont représentés dans le **tableau 1 (Annexe I)**.

L'indice de fraîcheur est déterminé par les rapports de la somme des notes par le nombre des caractères observés.

La moyenne des cotations obtenue permet de classer les poissons en quatre catégories :

- Catégorie de fraîcheur **Extra** : degré de fraîcheur **supérieur** ou **égal à 2.7**.
- Catégorie de fraîcheur **A** : degré de fraîcheur **supérieur à 2** et **inférieur à 2.7**
- Catégorie de fraîcheur **B** : degré de fraîcheur **supérieur à 1** et **inférieur à 2**.
- Catégorie **avariée** : degré de fraîcheur **inférieur à 1 (Règlement (CE) n° 2406/96 du Conseil, 1996)**.

L'ensemble des notes sont représentés dans le (**Annexe I : tableau1**).

IV.2.4. Analyses physico-chimiques du poisson

Les prélèvements sont effectués après éviscération du poisson. Le dosage est effectué en triplicata pour chaque échantillon.

IV.2.4.1. Détermination du pH

Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre préalablement étalonné par des solutions tampon 4, 7 et 10 (**AOAC, 1995**). La mesure du pH est réalisée sur 10 g de muscle homogénéisés dans 50 ml d'eau distillée (**FAO, 1999 ; Chaouqy et El Marrakchi, 2005**). La mixture est filtrée puis mesurée à température ambiante à l'aide d'un pH-mètre (**Goulas et al., 2005**).

IV.2.4.2. Détermination de l'acidité titrable

Dans un bécher contenant 10 ml de la solution mère, quelques gouttes de phénophtaléine sont ajoutées puis la solution a été titrée avec du NaOH (N/9) avec agitation jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante (**Glazy et Guiraud, 1980**).

Les résultats sont exprimés en ml de NaOH 0.1 N par 100g d'aliment.

$$^{\circ}\mathbf{D} = \mathbf{V}_{\text{NaOH}} \times \mathbf{10}$$

Soit :

- $^{\circ}\mathbf{D}$: Acidité
- \mathbf{V}_{NaOH} : volume de NaOH utilisé pour la titration

IV.2.4.3. Détermination de la teneur en eau (humidité) et la matière sèche

- **La matière sèche**

La matière sèche est définie comme étant le résidu d'un aliment restant après l'élimination de l'eau, dans des conditions expérimentales données, la somme de la teneur en eau et en matière sèche représente la totalité de l'aliment (**Bertozzini, 2001**).

- **l'humidité**

La teneur en eau représente « la quantité d'eau perdue par une substance lorsqu'on l'amène en équilibre varié avec une pression de vapeur d'eau nulle (HR = 0 %) dans des conditions telles que les réactions perturbatrices éventuelles soient évitées (**Dauvillier, 1998**).

L'humidité totale est déterminée en portant des échantillons (1 à 5 g) et les mettre dans une capsule préalablement séchée et tarée dans une étuve à 105 °C ventilée (**Mujinga et al, 2009**) jusqu'à obtention d'un poids constant (**Kamoun, 1997 ; Gbogouri, 2005**).

Les pourcentages de l'humidité et de la matière sèche sont obtenus selon les formules suivant : citées par (**Eymard, 2003**) :

$$\text{Matière sèche (MS)} \quad \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \frac{\mathbf{M}_2 \times \mathbf{100}}{\mathbf{M}_1}$$

$$\text{Teneur en eau} \quad \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_1}$$

Soit :

- **MS** : Matière sèche
- **M₁** : poids frais d'échantillon
- **M₂** : poids sec d'échantillon

IV.2.4.4. Détermination de la teneur en cendre

L'expression « **cendres totales** » est un terme se rapportant à la partie inorganique d'un échantillon alimentaire (**Codex, 2003**). La minéralisation par voie sèche ou calcination consiste à brûler l'échantillon dans un four à moufle et recueillir le résidu minéral (**Dauvillier, 1998**).

Les cendres sont déterminées par l'incinération de **5 g** d'échantillon dans un four à moufle, en portant progressivement la température jusqu'à 550° C, pendant 6 heures. On peut accélérer la minéralisation par l'addition de l'acide nitrique (**Linden, 1981**).

La teneur en cendres des échantillons est calculée suivant la formule suivante :

$$C(\%) = (P_1 - P_0) \times \frac{100}{P}$$

Soit :

C (%) : Teneur en cendres ;

P₀ : Poids du creuset vide (g) ;

P₁ : Poids du creuset avec son contenu après calcination (g) ;

P : Poids sec (MS %) ou humide (poids frais%) de la prise d'essai.

IV.2.5. Analyses biochimiques

IV.2.5.1. Dosage des lipides (soxhlet)

Le principe de cette méthode est basé sur l'extraction des matières grasses par un solvant organique, distillation du solvant, puis obtention de l'extrait après élimination du solvant par dessiccation à l'étuve (Mujinga *et al.*, 2009).

Après détermination de l'humidité de l'échantillon, il a été transféré dans une cartouche soxhlet. Cette dernière a été placée et recouverte avec du coton sec. On a versé environ 75 ml d'éther de pétrole qui dissout graduellement la matière grasse dans un ballon (déjà pesé). La partie supérieure de tube de l'extraction des graisses a été fixée au condenseur.

L'échantillon a été extrait pendant 16 heures ou plus sur un bain d'eau de 70 °C à 80 °C. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversement successif causé par un effet de siphon dans le coude latéral. Seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète.

Une fois l'extraction terminée, l'éther est évaporé, généralement sur un évaporateur rotatif. La matière grasse a été séchée à 100 °C pendant 1 heure, puis refroidie et pesée (Mujinga *et al.*, 2009).

Le pourcentage de gras brut a ensuite été calculé comme suit :

$$\text{Matière grasses brute \%} = \text{Poids de la matière grasse} \times 100 / \text{Poids de l'échantillon}$$

IV.2.5.2. Dosage des glucides (Duchateau et Florkin)

Le principe de cette méthode est la déshydratation des groupements hydroxyles à chauds dans un milieu acide conduisant à la formation intermédiaire de furfural pour les pentoses et de 5-hydroxyméthyl furfural pour les hexoses. Ces composés peuvent être dosés par colorimétrie au moyen d'un dérivé phénolique (l'anthrone) (Dauvillier, 2009).

Le TCA à 20 % a été ajouté aux fragments de la chair broyés manuellement à l'aide d'un mortier, le broyat est centrifugé à 5000 tours/min pendant 10 min. Le surnageant est récupéré et servira au dosage des glucides (Shibko *et al.*, 1966).

La méthode consiste à additionner 0.5 ml d'échantillon et 4 ml du réactif d'anthrone et de chauffer le mélange à 80 °C pendant 10 min. Une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucides présents dans l'échantillon (**tableau4**). L'absorbance a été lue à 620 nm (**Gheid, 2015**).

Tableau 4: Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides

Tubes	1	2	3	4	5	6
Volume de glucose (µl)	0	100	200	300	400	500
Eau distillée (µl)	500	400	300	200	100	0
Réactif d'anthrone (ml)	4					
Quantité de Glucose (µg)	0	10	20	30	40	50

IV.2.5.3. Dosage des protéines (Kjeldhal)

Le dosage d'azote total a été effectué par la méthode de Kjeldahl. Cette dernière s'effectue en trois phases:

- **Minéralisation**

Dans un matras de l'appareil **Kjeldahl**, on a introduit 0.5 g du matériel biologique broyé, 2g de catalyseur (sulfate de cuivre et sulfate de potassium), 25 ml de H₂SO₄ concentré à 97 %. On a chauffé le matras jusqu'à ce que la couleur noire se transforme en couleur limpide (l'azote organique est transformé en azote minéral). Ensuite, on a laissé refroidir et on a transvasé l'échantillon minéralisé dans une fiole, on a lavé le matras avec l'eau distillée tout en ajustant le volume à 100 ml. L'opération s'effectue dans une rompe de minéralisation.

- **Distillation**

Dans un matras, on a introduit 10 ml du contenu de la fiole auquel on a additionné 20 ml d'eau distillée et 30 ml de la soude à 35 %. En parallèle, on a préparé une solution d'acide borique à 0.1 N avec 10 gouttes d'indicateur de Tashiro (couleur rose-violette en milieu acide et verte dans un milieu alcalin). La distillation s'est arrêtée au bout de 4 min à compter du début d'ébullition.

- **Titration**

Puisqu'on a utilisé l'acide borique comme solution de récupération, alors on a titré l'excès des anions de borate avec la solution de H₂SO₄ à 0.1N jusqu'au changement de la coloration du vert au rose-violet.

La teneur en azote total a été déterminée par la formule suivante :

$$N(\%) = \frac{\left(\frac{V}{V'}\right) \cdot (N - N') \cdot 0,05 \cdot 1,4}{P}$$

Avec :

V : Volume de la solution minéralisée (ml).

V' : Volume de la solution de soude ajoutée (ml).

N : Quantité d'acide sulfurique lue après titrage (ml) avec acide sulfurique de normalité 0,05 N.

N' : Volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage du témoin (ml).

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

Le taux d'azote total est converti en taux de protéines brutes selon la formule suivante :

$$\text{Taux de protéine brute (\%)} = N_T (\%) \times 6.25$$

D'où **6.25** est le facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines

IV.2.6. Analyse chimique

IV.2.6.1. Dosage des métaux lourds par spectrophotométries d'adsorption atomique

La spectrophotométrie d'adsorption atomique permet de doser dans pratiquement toute sorte d'échantillon, 70 éléments métalliques. La sensibilité permet d'atteindre pour certains éléments des concentrations inférieures au µg/l (ppm) (**Dauvillier, 1998**).

Les espèces de poissons étudiés sont éviscérées puis congelés. Les fragments prélevés auparavant sont décongelés, puis portés à l'étuve à 105 °C pendant 72 heures pour être totalement séchés, ensuite broyés et tamisés sur des mailles de 2 mm. Le broyat ainsi obtenu a subi une digestion par voie humide avec de l'eau régale (**HCl 1v : HNO₃ 3v**) dans un bain de sable à une température supérieure à 100° C jusqu'à destruction totale de la matière organique et l'obtention d'une solution (3 à 4 ml) qui renferme la matière minérale, cette dernière sera filtrée sur une membrane de 45 µm

puis ajusté à 25 ml par l'eau déminéralisée pour être conservée dans des flacons en polyéthylène à froid (4 à 8 °C). C'est à partir de cette solution d'essai que l'on procède aux dosages par spectroscopie d'adsorption atomique (**Rouessac et Rouessac, 2004**).

IV.2.7. Analyse microbiologique

IV.2.7.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

Le poisson a été broyé dans un mortier jusqu'à obtention d'une pâte, à partir de cette pâte, 1 g a été dilué dans 9 ml de peptone-sel (PS) préalablement stérilisée. La solution obtenue est la dilution 10^{-1} , la dilution 10^{-2} a été préparée à partir de 1 ml de la solution mère, ajouté aseptiquement à 9 ml de PS. De la même manière, la dilution a été poussée jusqu'à 10^{-5} (**Joffin et Joffin, 2010**).

IV.2.7.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Le dénombrement de la FTAM permet d'apprécier le degré de contamination microbienne d'un produit alimentaire. Un volume connu de 1ml de la dilution 10^{-5} , qu'on a introduit aseptiquement dans les boîtes de Pétri à usage unique. On y a ajouté 15 ml de milieu PCA fondu et refroidi au bain marie à 45 °C. Le mélange a été homogénéisé par des mouvements circulaires des boîtes. Après solidification, 5 ml de PCA est ajouté. Cette deuxième couche permet d'éviter l'envahissement de la boîte par les germes pouvant rendre difficile la lecture. Les boîtes sont ensuite incubées à 30 °C. Après étuvage à 30°C pendant 48 heures, les colonies lenticulaires ont été dénombrés (**Guiraud, 2003**).

IV.2.7.3. Recherche des staphylocoques

L'ensemencement est effectué par étalement de 0.1 ml de la solution mère en boîte de Pétri contenant le milieu Chapman. Le dénombrement est effectué après 24 heures d'incubation à 37 °C. Les colonies de *staphylococcus aureus* sont rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré, elles sont entourées d'un halo jaune correspondant à une acidification à partir du mannitol (mannitol+) (**Cuq, 2008**).

IV. 2.7.4. Recherche de *Clostridium sulfitoréducteur*

On a versé 1 ml du broyat dans un tube à essai, chauffé au bain marie puis refroidis, ensuite on a ajouté les additifs (alun de fer et sulfite de sodium) puis la gélose viande foie. On a incubé à 37 °C pendant 48 heures.

IV.2.7.5. Recherche de salmonella

On a versé 1 ml de la solution mère dans un tube à essai contenant 9 ml de bouillon au sélénite (SFB), incubé à 37 °C pendant 24-48 heures. Après, on a réalisé l'isolement sur gélose Hektoen (Cuq, 2008).

IV.2.7.6. Recherche et dénombrement de Streptocoques fécaux

- **Test de présomptif** : 1 ml de la solution mère a été versée dans un tube à essai qui contient 9 ml de milieu Roth S/C, puis incubation à 37 °C pendant 24-48 heures.
- **Test confirmatif** : tous les tubes présentant une louche microbienne sur le milieu Roth se repiquant par anse de platine bouclée sur des tubes de milieu Eva-Letsky ensuite incubation à 37 °C pendant 24 heures.

Un trouble homogène, avec parfois une pastille violette dans le milieu Eva-Letsky indique la présence des Streptocoques fécaux (Guiraud, 2004).

IV.2.7.7. Expression des résultats

Les résultats des analyses bactériologiques sont interprétés à partir des critères microbiologiques fixés par des normes Algériennes (**Tableau5**). Ces critères d'appréciation sont définis

par l'arrêté ministériel du 27 Mai 1998 publié sur le journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire N°35. Ils sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Les critères microbiologiques des poissons frais

Produit	N	C	M
FTAM 30 °C	5	3	10 ⁶

<i>S. aureus</i>	5	3	10 ²
CSR à 46 °C	5	3	2
Salmonelles	5	0	Absence

L'interprétation, des résultats se fait par plans à trois classes, les résultats des examens interprétés sur cette base permettent de fixer trois classes de contamination à savoir :

- Celle inférieure ou égale à « **m** » ;
- Celle comprise entre le critère « **m** » et le seuil « **M** » ;
- Celle supérieure au seuil « **M** »

Les critères qualitatifs « **m** » et « **M** », expriment le nombre de germes dans un gramme (g) ou un millilitre (ml) d'aliment.

m : Seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante. Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants ;

M : Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisant, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique ;

c : nombre d'unités d'échantillons donnant des valeurs comprises entre **m** et **M**.

n : étant le nombre d'unités par échantillon.

✓ **La qualité microbiologique est considérée comme :**

Qualité satisfaisante lorsque :

< 3 **m** lors d'emploi de milieu **solide** ;

< 10 **m** lors d'emploi de milieu **liquide**.

Qualité acceptable lorsque les valeurs observées sont comprises entre :

3 **m** et 10 **m** (=M) en milieu **solide**

10 **m** et 30 **m** (=M) en milieu **liquide**.

Et c/n inférieur ou égal au rapport fixé ($c/n \leq 2/5$)

(Avec le plan **n =5** et **c=2**)

Qualité non satisfaisante lorsque :

a) **c/n** est supérieur à ($2/5$) ;

b) Dans tous les cas où les résultats obtenus sont supérieurs à **M**.

Toutefois, le produit doit être considéré comme **toxique** ou **corrompu** lorsque le niveau de contamination atteint une valeur limite «**S**» qui est fixé dans le cas général à :

$$S = m.10^3.$$

Dans le cas des *S. aureus*, la valeur « **S** » ne doit jamais excéder **5.10⁴ germes/g**.

Analyse statistique

Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne d'écart type. la significativité a été calculée à l'aide du logiciel statistique au seuil de $P < 0,05$ par un test de student t en comparant les moyennes du groupe témoin et les groupes traités (le seuil de signification supérieur à 95% c'est-à-dire $P < 0,05$)

Ns : différences non significative.

$P < 0,05$: différences significative.

$P < 0,01$: différences très significative.

$P < 0,001$: différences hautement significative

V. Résultats et discussion

V.1. Analyses organoleptiques

Le test organoleptique est le test le plus utilisé universellement pour noter la fraîcheur du poisson, c'est un paramètre déterminant de la qualité sanitaire des poissons. L'aspect, l'odeur, le goût et la texture du poisson représentent les principaux paramètres de cette analyse (Monique, 1998 ; Leduc, 2011).

V.1.1. Test de fraîcheur

D'après ces résultats, l'indice de fraîcheur de la *Sardina pilchardus* est de 2.777 ± 0.101 , pour le *Mullus barbatus* il est de l'ordre de 2.711 ± 0.076 .

La variation de l'indice de fraîcheur des deux espèces est statistiquement non significative ($P > 0.05$).

Les valeurs de l'indice de fraîcheur pour chaque espèce sont illustrées dans le (Annexe I: tableau 4 et 5).

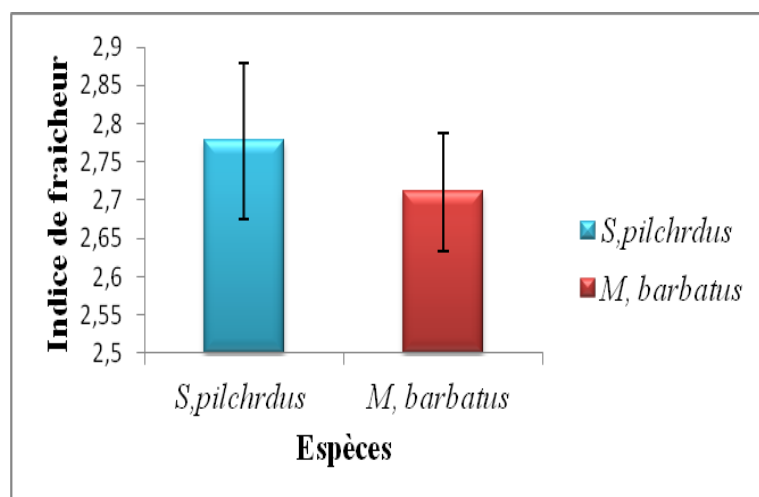


Figure5 : Les valeurs moyennes de l'indice de fraîcheur pour les deux espèces étudiées.

Selon ces résultats, l'indice de fraîcheur de la *Sardina pilchardus* et de *Mullus barbatus* est supérieur à 2,7.

Ces données permettent de classer les deux espèces dans la catégorie de fraîcheur **Extra**.

D'après un panel sensoriel composé de cinq juges expérimentés (Vanessa et al, 2004). Les résultats obtenus pour les deux espèces sont comme suit :

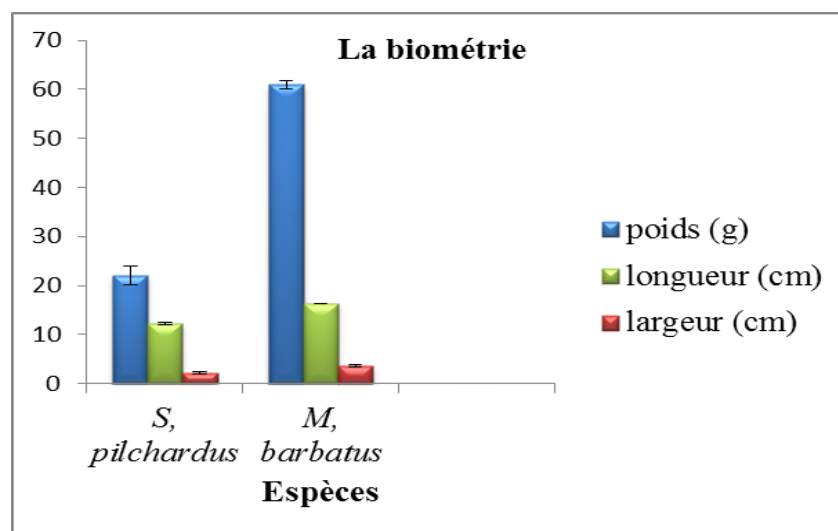
Tableau6 : Les critères sensoriels des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*

Peau	Odeur externe	Branchies	Consistance	Odeur de chair
Pigmentation très intense; mucus transparent	Fortement marine	Rouge brillant ; sans odeur	Présence ou partielle, disparition de rigidité cadavérique	d'algue marine fraîche,

Ces caractères indiquent que nos échantillons sont de très bonne fraîcheur.

V.2. Biométrie

Les résultats de l'étude des caractéristiques corporelles des espèces sont récapitulés dans le **tableau 6(Annexe I)**.

**Figure6** : Paramètres biométriques chez *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que la taille moyenne des individus d'espèce *S. pilchardus* est de 12.333 ± 0.286 cm et celle de *M. barbatus* est de 16.4 ± 0.216 .

La sardine atteint sa taille de première maturité sexuelle (11.8 cm) en Méditerranée (**Ganias et al., 2003**).

La taille moyenne de *S. pilchardus* est de 10 à 20 cm avec une taille maximale de 25 cm (**Dumay, 2006**). Sa taille minimale de capture est fixée à 11 cm (**Didier Laurent, 2016**).

L'organisation **FAO** a estimé, dans des fiches d'identification en **1987**, la taille moyenne des espèces de poissons exploitées et pêchées en méditerranée et en mer noire, de 10 à 20 cm pour le *M. barbatus*, avec une taille maximale de 30 cm (**Eric, 2008**).

Selon le décret exécutif n° **04-84 du 18-mars-2004** : fixant les tailles minimales marchandes des ressources biologiques comme suit :

- *Sardina pilchardus* : 11 cm
- *Mullus barbatus* : 15 cm

Ces valeurs sont similaires à celles obtenues dans notre travail. Donc l'exploitation des deux espèces étudiées dans la région de Jijel est conforme aux normes.

V.3. Analyses physico-chimiques du poisson

V.3.1. Détermination du pH

D'après les résultats obtenus, la valeur minimale du pH observée chez *S. pilchardus* est de 6.8 ± 0.01 , par contre la valeur maximale du pH est enregistrée chez le *M. barbatus* (6.88 ± 0.02) (**Annexe I: tableau 7**).

La comparaison des valeurs du pH montre qu'il y a une différence très significative (**P < 0.01**) entre les deux espèces étudiées.

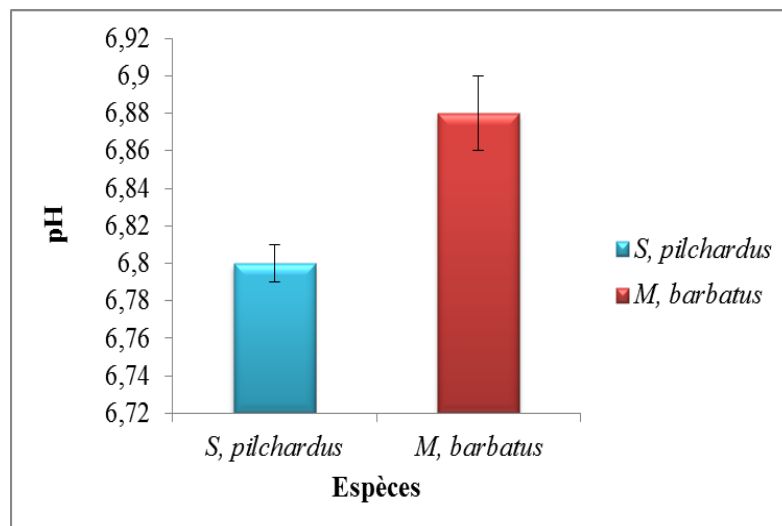


Figure7 : Variation du pH de la chair des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus* étudiées.

La chute du pH reste modérée pendant l'apparition de la *rigor mortis*. Cet abaissement de pH est généralement de 7.0 à 6.5-6.0 dans le cas des poissons maigres et de 6.0- à 5.6 dans le cas des poissons gras (Linden et Lorient, 1994).

Selon Saādoune (2005), les valeurs de pH augmentent après la *rigor mortis*, les poissons seraient altérés à partir 6.9 à 7.2.

D'après Chéret (2005), la nature des muscles influe sur le pH initial chez les espèces marines. Il est de 6.25 pour le muscle rouge et de 6.85 pour le muscle blanc. Une journée après la mort, il remonte pour atteindre une valeur comprise entre 6.7 et 7.9

Ces valeurs sont similaires à nos résultats, les deux espèces sont encore fraîches.

V.3.2. Détermination de l'acidité titrable

Les valeurs moyennes de l'indice de fraîcheur pour chaque espèce sont illustrées dans le

L'acidité titrable de la chair des deux espèces est indiquée dans la **figure 9**, les valeurs moyennes varient entre 61.666 ± 0.577 °D chez *S. pilchardus* et 53.33 ± 0.577 °D chez *M. barbatus* (**Annexe I : Tableau 8**).

Une comparaison des valeurs de l'acidité titrable est réalisée par le test de Student entre les deux espèces étudiées montre une différence non significative ($P > 0.05$).

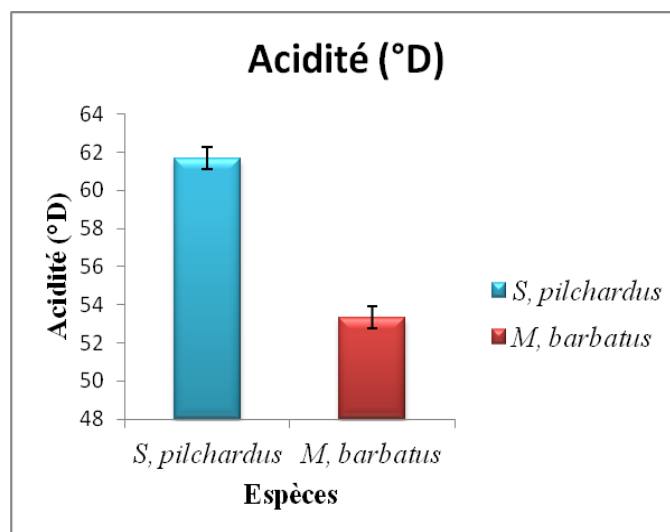


Figure8 : Variation de l'acidité titrable (°D) de la chair des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

V.3.3. Détermination de la teneur en eau (humidité) et en matière sèche

Bien qu'elle n'apporte aucune valeur énergétique aux aliments, l'existence de l'eau joue un rôle très important. Elle influence la structure, l'apparence et le goût.

D'après les résultats obtenus, la teneur moyenne en eau (humidité %) des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus* est situé entre 76.46 ± 0.305 et 69.4 ± 0.4 , respectivement. (**Annexe I : Tableau 9**).

Concernant la teneur en matière sèche, les résultats obtenus sont compris entre 27.133 ± 0.305 et 30.6 ± 0.4 %, respectivement chez *S. pilchardus* et *M. barbatus*. Cette teneur est inversement proportionnelle à la teneur en eau (**Annexe I : tableau 10**).

Le test de Student a montré qu'il y a une différence hautement significative entre les deux espèces étudiées (**P < 0.001**)

Selon **Stansby (1982)**, **Love (1970)** et **FAO (1999)**, la teneur moyenne en eau chez les poissons est fixée entre 66 et 81 %. La chair du poisson contient en moyenne 70 à 80 % d'eau (**Médale, 2005**). La teneur en matière sèche chez les poissons est fixée entre 19 % et 34 % (**FAO, 1990**).

D'après **Fredot (2006)**, la teneur en matière sèches dans la chair des poissons gras peut atteindre 25 % à 30 %, et chez les poissons maigres 20 % de la composition de la chaire.

Donc, nos valeurs sont conformes à la norme.

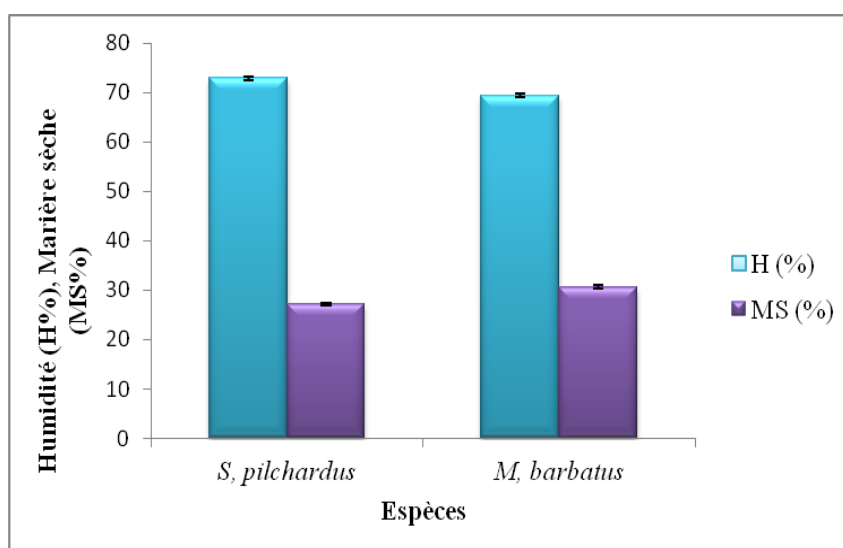


Figure 9 : Teneur en eau et en matière sèche (%) de la chair des deux espèces étudiées (*S. pilchardus*) et (*M. barbatus*).

V.3.4. Détermination de la teneur en cendre

D'après la **Figure 10 (Annexe I : tableau 11)**, nous remarquons que les teneurs en cendre chez les espèces étudiées sont voisines, bien que l'espèce *S. pilchardus* montre la plus haute teneur en cendre 0.52 ± 0.02 % tant dis que chez *M. barbatus* montre une teneur 0.406 ± 0.015 %.

La variation des cendres des deux espèces est hautement significative ($P < 0.001$).

Selon **Stansby (1982)**, **Love (1970)** et **FAO (1999)**, la teneur moyenne en cendre chez les poissons varie entre 0.4 % et 1.5 %. Nos résultats sont similaires à ces valeurs (**Annexe I : Tableau 3**).

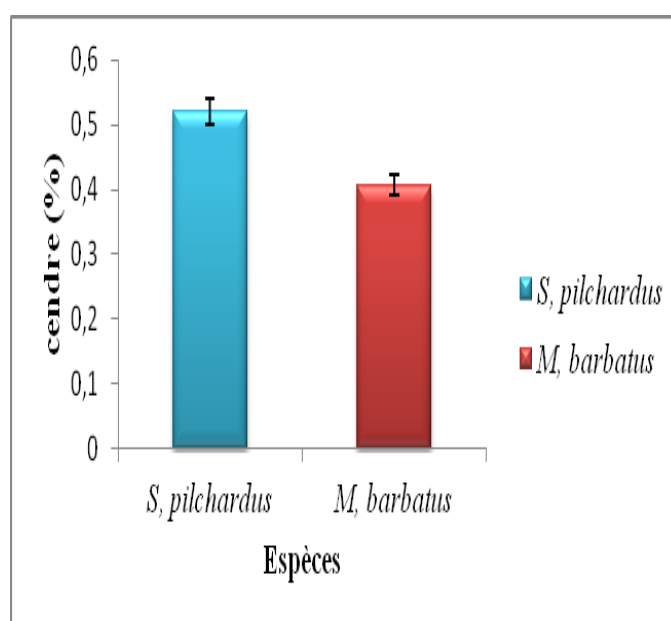


Figure 10 : Teneur en cendre (%) dans la chair des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

V.4. Analyse biochimique

Dans un but nutritionnel, nous sommes intéressées à l'évaluation des principaux paramètres biochimiques de la chair des animaux qui appartiennent en fait à un groupe d'aliment connu sous le nom V.P.O (viande, produits de pêche, œuf) (**Frenot et Vierling, 2001**).

Les taux de glucides, protéines et lipides sont mentionnés dans la **figure 11** :

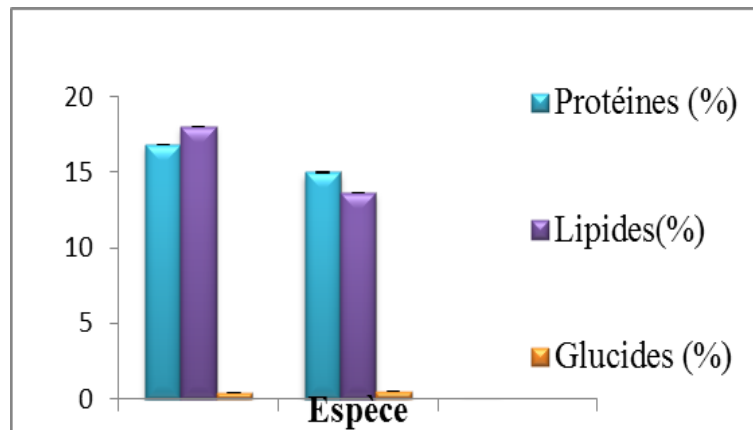


Figure 11 : Les valeurs moyennes de la teneur en glucides, protéines et lipides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.

D'après la figure ci-dessus, on constate que les protéines et les lipides présentent la plus haute valeur dans la composition biochimique de la chair des deux espèces de poisson étudiées (poisson gras) tandis que les glucides présentent les plus faibles valeurs.

La chaire du poisson est pauvre en glucides à cause d'une glycogénolyse très active.

V.4.1. Dosage des glucides

La variation de la teneur en glucides des deux espèces est statistiquement non significative ($P > 0.05$).

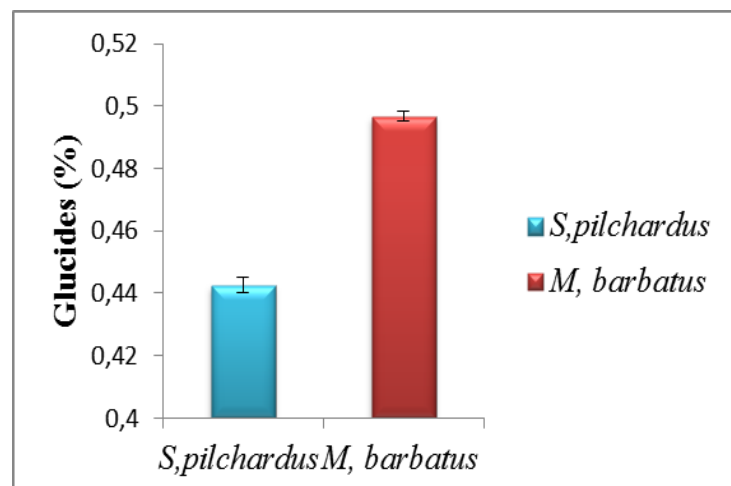


Figure12 : la teneur en glucides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*.

D'après les résultats ci-dessus (**Figure 12**), on constate que le pourcentage de la teneur moyenne en glucides est faible chez les deux espèces de poisson étudiées, elle est environ de 0.5 %. La plus haute valeur est observée chez *Mullus barbatus* 0.496 ± 0.001 , alors que *S.pilchardus* 0.442 ± 0.002 (**Annexe I : Tableau 14**). Donc, les poissons gras étudiés *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* présentent des valeurs équivalentes à celles estimées par **Fredot (2006)**.

Selon **Haard (2002)**, la teneur en glucides de la chair du poisson est inférieure à 0.5 %. Alors, nos résultats présentent une conformité avec cette valeur pour les deux espèces étudiées.

La teneur en ce composé varie énormément et peut aller jusqu'à 2.5 %. En outre le muscle de poisson au repos contient normalement quelques mg de glucose libre et des traces de ribose (**Frenot et Vieling, 2001**).

Donc, la teneur en sucre n'est pas un facteur différentiel pour les poissons, car ils ont presque les mêmes teneurs. Elle est variable suivant l'espèce, l'individu, la taille, le poids, l'âge, l'état physiologique, la saison et l'alimentation (**Frenot et Vieling, 2001**).

Lorsqu'ils sont présent dans les produits aquatiques, les glucides sont essentiellement représentés par le glycogène (**Boudergue et Hattenberger, 2010**), il est stocké dans l'hépatopancréas puis distribué selon les besoins, alors que les muscles et les autres tissus l'utilisent à leurs fins propres

(Consommés par voie anaérobie). Cependant, les concentrations en glycogène sont inférieures à 1g /100g pour la chair de tous les poissons (**Boudergue et Hattenberger, 2010**).

D'après le test de Student, les teneurs en protéines de la chair montre une différence non significative entre les deux espèces étudiées (**P > 0.05**).

V.4.2. Dosage des protéines

L'analyse statistique indique une différence non significative entre les deux espèces étudiées (**P > 0.05**).

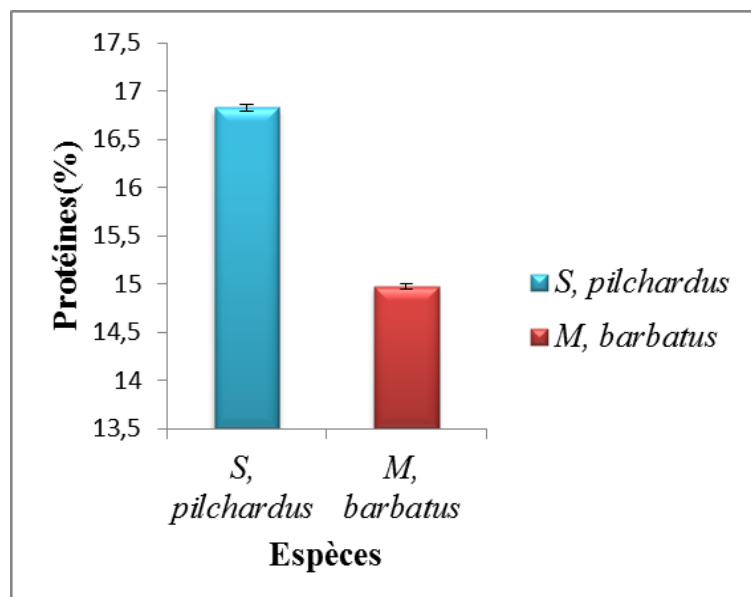


Figure 13 : La teneur en protéines chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.

D'après les résultats ci-dessus (**Figure 13**) la teneur moyenne en protéines des espèces *Mullus barbatus* et *Sardina pilchardus* étudiées est de 14.973 ± 0.035 et 16.826 ± 0.305 , respectivement. (**Annexe I : Tableau 12**).

Selon la norme **FAO (1999)**, la teneur en protéines dans la chair des poissons varie entre 6 % et 28 %. **Bertozzini (2001)** affirme que la teneur moyenne en protéines dans la chair des poissons est de 10.4 %. D'après, **Fredot (2006)**, la teneur en protéines dans la chair des poissons se situe entre 15 % et 20 %. **Boudergue et Hattenberger (2010)** ont trouvé que la teneur moyenne en protéines chez les poissons est de 19 % ; elle varie entre 15 % et 25 % pour 400 espèces différentes de poissons.

L'estimation quantitative des protéines de la chair des deux espèces étudiées a montré que les protéines sont plus abondantes. La teneur en protéines dans nos échantillons était en accord avec les normes rapportées par **FAO (1999)**, **Fredot (2006)** et **Boudergue et Hattenberger (2010)**.

V.4.3. Dosage des lipides

Les lipides sont la forme essentielle de l'énergie pour les poissons (**Vierling, 2008**), ils sont variables d'une espèce à l'autre, et au sein d'un même individu.

Les variations de la teneur en lipides chez les poissons concernent en premier lieu la nourriture, l'âge, la saison et les conditions biologiques (**Prato et Biandolino, 2012**).

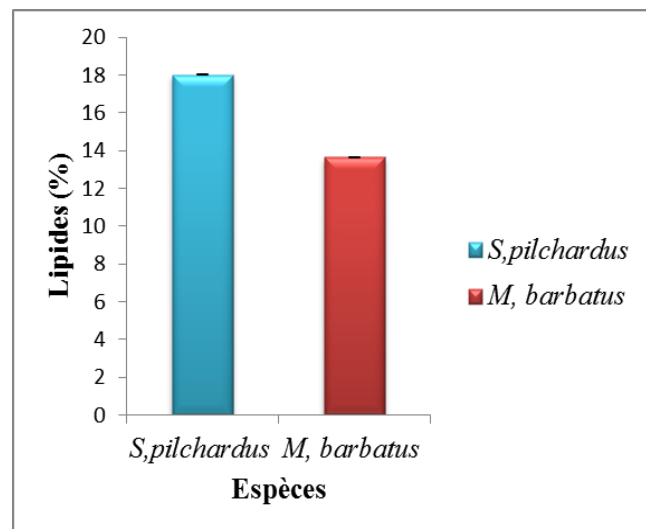


Figure14 : La teneur en lipides chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* exprimées en pourcentage.

Boudergue et Hattenberger (2010) ont affirmé que les lipides chez les poissons sont les composants dont la concentration varie le plus fortement entre les espèces de 0.1 % à 18 %. Nos résultats montrent que la teneur lipidique de nos espèces étudiées se situe entre 13.67 % et 18.03 %, elle est en accord avec ces données.

Lorsqu'on compare ces valeurs avec nos résultats, on constate que *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* sont des poissons gras.

Les caractéristiques particulières des lipides de la chair de poisson font parfois oublier que le poisson est une source importante de protéines. Malgré la très large variété taxonomique des poissons, la teneur en protéines des tissus musculaires est d'une constance remarquable (**Robin et Lefevre, 2004**).

V.5. L'analyse chimique

V.5.1. Dosage des métaux lourds

V.5.1.1. Plomb

Concernant le Pb, le test de Student a montré qu'il y a une différence hautement significative entre les deux espèces étudiées (**P < 0.001**).

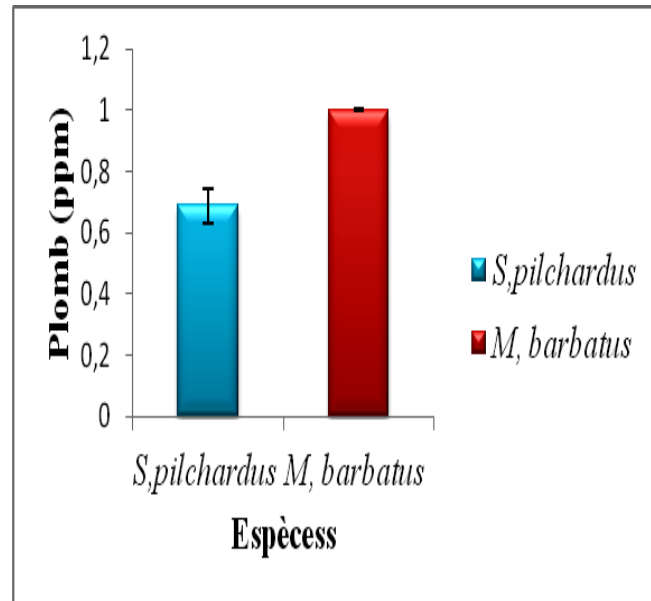


Figure15 : Les Concentrations en Pb chez *S. pilchardus* et *M. barbatus*

D'après les résultats obtenus (**Annexe II : figure 1**), la concentration en Pb varie entre 0.688 ± 0.057 chez *S. pilchardus* et 1.000 ± 0.001 chez *M. barbatus*.

Selon le journal officiel algérienne (**2011**) ; la teneur maximale en Pb dans la chair de poisson est de 0.3 mg/kg du poids frais.

Selon les règlements (CE) n° 1881 des 2006 consolidés avec les règlements (CE), n° 565 du 2008, le règlement (CE), n° 629 du 2008. Les concentrations en Pb dans la chair de *S. pilchardus* est de (0,01 ppm à 0,76 ppm) et (de 0,04 ppm à 1,14 ppm) dans la chair du *Mullus barbatus*. Donc, les poissons gras étudiés (*S. pilchardus* et *M. barbatus*) présentent des teneurs élevées de Pb, mais elles ne dépassent pas les valeurs limites.

V.5.1.2. Cadmium

La variation de concentration en Cd dans les deux espèces est différences très significative.

(**P < 0.01**).

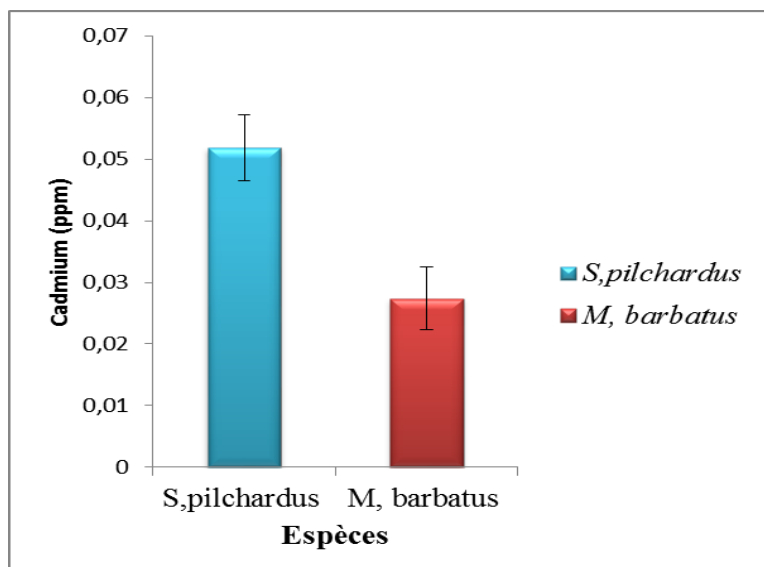


Figure 16 : Les Concentration en Cd chez *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

D'après les résultats obtenus (**Annexe II : figure 2**), la concentration en Cd varie entre 0.051 ± 0.005 chez *S. pilchardus* et 0.027 ± 0.005 chez *M. barbatus*.

Selon le **journal officiel 2011**, la teneur maximale (mg/kg) de poids à l'état frais de la chair de poisson est de 0.05 mg/kg et 0.1 mg/kg chez *S. pilchardus*.

Selon les **règlements (CE) n° 1881 du 2006 consolidé avec les règlements (CE), n° 565 du 2008, le règlement (CE), n° 629 du 2008**, les concentrations en Cd dans la chair de *S. pilchardus* varient entre 0.01ppm à 0.11ppm et de 0.01ppm à 0.38 ppm dans la chair de *M. barbatus*. Donc les poissons gras étudiés *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* présentent des concentrations ne dépassant pas les valeurs limites fixées.

V.5.1.3. Cuivre

Le cuivre est un élément essentiel pour le métabolisme de poissons. Il est absorbé par les poissons de l'eau non polluée (nourriture) (**El Morhit et al., 2012**).

La variation de concentration de Cu des deux espèces est statistiquement non significative ($P > 0.05$)

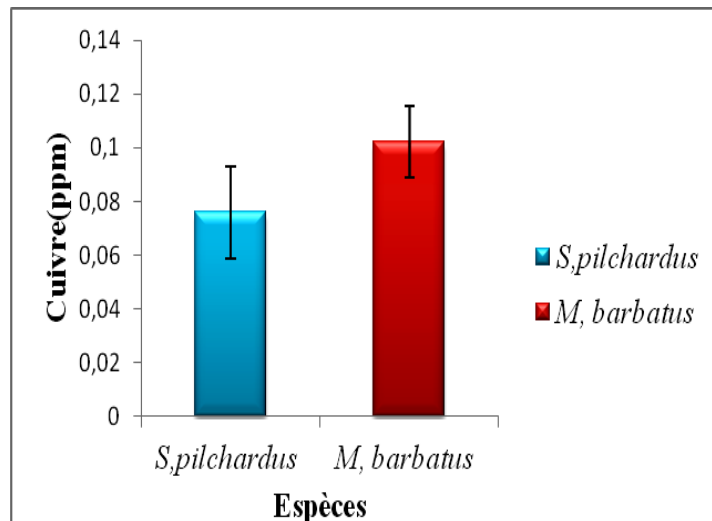


Figure 3. Les concentrations en Cu chez *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*

D'après les résultats obtenus (**Annexe II : figure 3**), nous avons constaté que les concentrations en Cu dans l'espèce *S. pilchardus* est de 0.076 ± 0.017 et dans le *M. barbatus* est de 0.102 ± 0.013

Selon les règlements : (CE) n° 1881 du 2006 consolidé avec les règlements (CE), n° 565 du 2008, et (CE), n° 629 du 2008, les concentrations en Cu dans la chair de *Sardina pilchardus* varient entre 0.06 ppm et 7.06 ppm et de 0.49 ppm à 6.65 ppm dans la chair de *Mullus barbatus*. Donc les poissons gras étudiés (*Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus*) présentent des concentrations inférieures à ces valeurs limites.

V.5.1.4. Zinc

La variation de concentrations en Zn dans les deux espèces est hautement significative (**P < 0.001**).

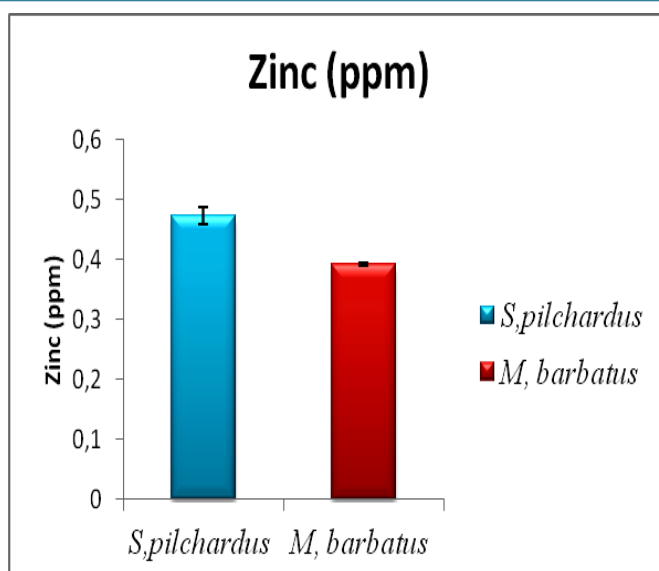


Figure 18. Les concentrations en Zn chez *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

D'après les résultats obtenus (**Annexe II : figure 4**), nous avons constaté que les concentrations en Cu chez l'espèce *S. pilchardus* est de 0.474 ± 0.014 et que celle de *M. barbatus* est de 0.392 ± 0.002 .

Selon les règlements : (CE) n° 1881 du 2006 consolidé avec les règlements (CE), n° 565 du 2008, le règlement (CE), n° 629 du 2008, les concentrations en Zn dans la chair de *S. pilchardus* est de 5.90 ppm à 58.92 ppm et de 4.7 ppm à 109 ppm dans la chair de *M. barbatus*. Donc, les poissons gras étudiés *S. pilchardus* et *M. barbatus* présentent des concentrations inférieures à ces valeurs limites.

La dose journalière tolérable (DJT) de zinc est de $3.6 \mu\text{g/ml/jour/personne}$ établie par le Joint Expert Commuté on Food Additives.

La dose journalière tolérable (DJT) de cuivre est de $0.14 \mu\text{g/ml/jour/personne}$ établie par le Joint Expert Commuté on Food Additives.

La dose journalière tolérable (DJT) de Pb et le Cd établie par OMS est de $3.5 \mu\text{g/ml/jour/personne}$.

La comparaison des variations de concentrations des métaux (Cd, Pb, Cu et Zn) dans la chair de *Mullus barbatus* et de la *Sardina pilchardus* a montré que le rouget accumule davantage les métaux toxiques (Cd et Pb). C'est une espèce benthique, en relation étroite avec les sédiments, caractérisée par sa faible mobilité et par sa nourriture riche en algues, polychètes, crustacés, gastéropodes et poissons. La sardine est une espèce pélagique essentiellement planctonophage, sans contact direct avec les sédiments.

Le sédiment constitue le plus important réservoir des métaux et des autres polluants dans l'environnement aquatique. En relation avec leur mobilité et leurs préférences alimentaires, les poissons vivant près du fond marin reflètent par conséquent les concentrations en éléments métalliques de l'environnement benthique.

V.6. Analyses microbiologiques

L'installation de microorganismes accélère la dégradation du poisson (**Jorgensen et al., 2000**). Cette dernière débute par la disparition de l'odeur d'algue marine laissant la place à des odeurs aigres ou acides puis aminées ou soufrées, enfin, ammoniacale ou fécale à l'état putride (**Eymard, 2003**). Les résultats de l'ensemble de ces analyses sont illustrés dans **l'Annexe I : Tableau 15**

V.6.1. Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Les colonies dénombrables après la lecture des résultats sont inférieures à 10 colonies.

Le dénombrement de cette flore permet d'estimer le degré de contamination et d'évaluer la charge bactérienne, la FTAM est un indicateur de la qualité hygiénique (**Bonnefoy et al., 2002**).

Le nombre de la flore totale mésophile de nos échantillons ne dépasse pas les normes algériennes (10^6 germes/g).

V.6.2. Recherche des *staphylococcus aureus*

L'analyse microbiologique de *S. pilchardus* et *M. barbatus* montre l'absence totale de staphylocoque dans les échantillons. Les résultats sont conformes à la norme algérienne **de Journal officiel (1998)** qui impose un seuil de tolérance de 10^3 UFC/g dans les poissons frais.

V.6.3. *Clostridium sulfitoréducteur*

Clostridium sulfitoréducteur est l'un des germes les plus fréquemment impliqués dans les intoxications alimentaires. Les résultats sont négatives (absence des colonies noires dans les tubes).

V.6.4. *Salmonella*

Les résultats de la recherche des salmonelles dans l'ensemble des échantillons analysés sont négatifs. Ces résultats sont en accords avec la norme de Journal officiel algérienne (1998) qui exige l'absence totale des salmonelles.

V.6.5. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont considérés comme un indicateur d'une contamination fécale du produit alimentaire (**Devuchelle, 1996**).

Les résultats de recherche de streptocoques fécaux montrent l'absence totale de ces germes dans les échantillons analysés. Le taux des streptocoques est en rapport avec les conditions hygiéniques, et d'éventuelles contaminations au cours du dénombrement (**Guiraud, 2003**).

✓ Qualité microbiologique des poissons en fonction des germes

Les résultats obtenus sont conformes à la norme dictée par la loi algérienne. Les analyses microbiologiques montrent que les poissons analysés sont de qualité microbiologique satisfaisante

L'objectif de notre travail a pour but l'estimation de la qualité physicochimique, chimique et microbiologique des deux espèces *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* commercialisées au niveau de la pêcherie de la ville de Jijel.

L'analyse sensorielle nous a montré que les espèces étudiées (*S. pilchardus* et *M. barbatus*) sont de très bonne qualité de fraîcheur.

Les résultats d'étude physicochimique montrent qu'elles ont été conformes aux normes, avec une valeur de pH qui varie entre 6.8 et 6.88, alors que l'acidité titrable a enregistré des valeurs qui varient entre 61.666 et 53.333 ; les teneurs en humidité représentent des valeurs qui oscillent entre 73.866 et 69.4, alors que la matière sèche varie entre 27.133 et 30.6 ; la teneur en cendres représente des teneurs de 0.52 chez la *S. pilchardus* et 0.406 chez le *M. barbatus*.

L'analyse quantitative en métaux lourds par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme présente des concentrations qui ne dépassent pas les valeurs limites. La teneur en Pb, Cd, Zn, Cu est de (0.688 ± 0.057 , 0.051 ± 0.005 , 0.474 ± 0.014 , 0.076 ± 0.017) respectivement chez la *S. pilchardus* et de (1.000 ± 0.001 , 0.027 ± 0.005 , 0.392 ± 0.002 , 0.102 ± 0.013) respectivement chez le *M. barbatus*.

Les analyses microbiologiques réalisées ont révélé une bonne qualité hygiénique (qualité bactériologique satisfaisante) chez les deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*. On a constaté l'absence de germes indicateurs de la contamination fécale, et l'absence de germe pathogène (salmonelles, staphylocoques).

La chair de poisson gras possède un grand intérêt nutritionnel (riche en lipide et en protéines, mais pauvre en glucides).

En perspective de ce travail, nous espérons poursuivre :

- Le dosage d'histamine par HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ; malheureusement il n'y a pas d'étalon (Histamine).
- Le dosage d'autres éléments tels que le fer, le magnésium, le chrome et le nickel par SAAF ; malgré la disponibilité des lampes à cathodes creuses et les étalons spécifiques pour ces éléments on n'a pas pu le réaliser.

Les références bibliographiques

A

1. **Adrian, J., Polus, J et Frange, R. (2003).** Lascience alimentaire de A à Z,(3^{ème}édition), Lavoisier. Paris P : 409.
2. **Aguilar, R., Lugo-Sanchez M.E., & Robles - Burgueno M.R. (2000).** Post-mortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. *Journal of Food Science*, **65**(1): 40-47.
3. **Aksnes, A. (1989).** Effect of proteinase inhibitor from potato on the quality of stored herring. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 49(2):225-234.
4. **Alansier, C. (1996).** Evolution post mortem des lipides musculaire et des activités lipolytiques chez le lapin. Thèse de Doctorat, université de Bordeaux I.165p.
5. **Al-Sayed Mahmoud Kassem. (2007).** Extraction, fractionnement et caractérisation des lipides polyinsaturés d'œufs de la truite arc-en-ciel(*Oncorhynchusmykiss*), thèse de doctorat. Université de Nantes. 143p.
6. **Ansdell. (2008).** Food-born illness. In: Keystone J.S.,Kozarsky P.E. ? Freedman D.O., Nothdurft H. D and Connor B.A. (Eds), *Travel Medicine* 2nd Ed. Mosby, philadelphia.475.484p.
7. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1995).** Official Methodes of Analysis, 15 th Edn Association of Official Agricultural Chemits Washington D.C, USA Companies Inc. 679-680.
8. **Aubourg, S., Carmen Pineiro., Jose M. Gallardo & Jorge Barros-Velazquez. (2005).** Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*), *Food Chemistry*. 90: 445-452

B

9. **Bacha, A. (1982).** Etude de l'utilisation de la qualité protidique et microbiologique du poisson bleu « sardine et anchois » en fonction de la température et de la durée de conservation .40p.
10. **Baibai, T., Oukhattar, L., Quinteiro, J., Mesfioui, A., Rey-Mendez, M., soukri, A.(2012).** First global approach: morphological and biological variability in a genetically homogeneous population of the European pilchard, *Sardinapilchardus* (Walbaum, 1792) in the North Atlantic coast. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* .22, 63-80.
11. **Bertozzini, F. (2001).** Technologie culinaire –connaissances marchandise. P : 1,6-8.
12. **Bliefert, P. (2008).** Chimie de l'environnement, 2^{ème} édition, de Boeck, France. P : 364-387.
13. **Bonnefoy, C., Guillet F., Leyral G., Verne E.; Bourdais. (2002).** microbiologie et qualité dans l'industrie agroalimentaires, édition doit ; CRDP d'aquitaine, Paris, PP : 101.

14. **Boucheseiche, C., Crémille E., Pelte T., Pojer K. (2002).** Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base. Guide technique n°7 du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 83p.
15. **Boude, J-P. (1994).** Produit de la mer. Economie et gestion agro-alimentaire. P : 32, 33,37.
16. **Boudergue, C., et Hattenberger, M. (2010).** Consommation des poissons, mollusques et crustacés : Aspect nutritionnel et sanitaire pour l'homme. Anses, 27-31 av. du Général Leclerc, 94701 Maisons-Afort Cedex.87p.
17. **Bourgeois, C.M., Mescle J.F., et Zucca J. (1996).** Microbiologie Alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Londers, Paris.
18. **Bourgeois, C.M. et Leveau ; J.Y. 1991.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Le contrôle microbiologique, Lavoisier, Apria.
19. **Bourrinet, P., Ramade F., Remond-Gouilloud M., (2008).** Pollution. cbhg.org/wpcontent/uploads/2008/06/pollution-eu.pdf.

C

20. **Calder, P-C. (2004).** n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clin Sci (Lond) July* ; 107,1 : 1-11.
21. **Cardenas Bonilla A., Sveinsdottir K &Martinsdottir E. (2007).**Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadusmorhua*) fillets and ap-plication in shelf life study. *Food Control* 18: 352-358.
22. **Careche M, Tryggvadóttir SV., Herrero A., Lägel B., Petermann U., Schubring R &Nesvadba P. (2003).** In- strumental methods for measuring texture of fish. Quality of fish from catch to consumer—labelling, monitoring and traceability, pp. 265-272.
23. **Casas, S. (2005).** Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (HG, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mwytilus Galloprovincialis* en milieu méditerranéen. P : 10-35.
24. **Chaabouni M. (2011).** L'Histamine dans les produits de la pêche. Bulletin d'information des Services Vétérinaires n° 7. DGSV pp., 1-8.
25. **Chaouqy, N.E. et El Marrakchi, A. (2005).** Aspect chimiques et bactériologiques de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) entreposé sous glace et à moyenne température (20°-25°C).laboratoire d'Analyse et de Recherche Vétérinaire B.P 474 Agadir, Département d'HIDAOA. Instituts Agronomique et Vétérinaire Hassan II Rabat, Maroc. P : 342.
26. **Chéret R. (2005).** Effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et d'altération du muscle du poisson. Thèse de doctorat. Université de Nante : 44,53, 54 74, 176p.
27. **Cingolani, N., Santojanni, A., Arneri, E., Berlardinelli, A., Colella, S., Donato, F., Giannetti, G., Sinovčić, G. and Zorica, B. (2004).**Sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) stock assessment in the Adriatic Sea: 1975–2003. Papier occasionnel AdriaMed, 13: 9p.
28. **Codex alimentarius. (2003).** Code d'usage pour les pissons et les produits de la pêche (cac/rcp 52).

ISBN 978-92-5-205914-1. ISSN 1020-2560.

29. **Cuq, J-L. (2008)**. Contrôle microbiologique des aliments manuel technique. *Polytech département STIA. Académie de montrillier. Sci. Et Tec du Languedoc.*

D

30. **Dalgaard, P. (2000)**. The effect of biogenic amine production by single bacteria cultures and metabolism on cold-smoked salmon. *Journal of Applied Microbiology*, **56**: 920-934 p.
31. **Dalgaard, P. (2007)**. In Proceedings of the 52nd atlantic fisheries technology conference, Portland (USA). 1-16.
32. **Dauvillier, P. (1998)**. Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. *Tec et doc*, Lavoisier, Paris, France.
33. **Davis, H-K. (1995)**. Quality and deterioration of raw fish and fishery products, composition, nutritive properties stability. Holland, CAB international. P : 215-219.
34. **Debusca, A., Tahergorabi R., Beamer S-K, MatakKE & Jaczynski, J. (2014)**. Physico-chemical properties of surimi gels fortified with dietary fiber. *Food chemistry* 148: 70-76.
35. **Devuchelle, G. (1996)**. Qualité bactériologique de lait et de produits laitiers. Université de Rouen Mout Saunt-Aignon ; pp : 15, 19.
36. **Diop, M-B. (2008)**. Sélection et caractérisation de souches bactériennes aptes à améliorer la technique de conservation du poisson par salaison au Sénégal, Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique. 20-13p.
37. **Dumay, J. (2006)**. Extraction des lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration : Application à la valorisation de co-produits de poisson (*Sardina pilchardus*). Thèse de doctorat. Université de Nantes : 305 p.

E

38. **Eames, J., Winers., M., Mayias, P., and Bouquel, S. (2007)** « *Skeletogenesis in the swellshark Cephaloscyllium ventriosum* », *J Anat*, vol. 210, n° 5, p. 542-554.
39. **El Morhit, M., Fekhaoui, M., El Abidi, A., et Yhyaoui, A. (2012)**. Contamination métallique des muscles de cinq espèces de poisson de l'estuaire du bas louloukos (côte atlantique marocaine). *Science Lib. Ed, Mersenne*, 4N°120116 : 21p.
40. **Eric, G. (2008)**. Fiche espèce n°776. Secteur mer de Lybie, Pays Crète, Région Lassiti.
41. **ETTAHIRI, O., BERRHO A., VIDY G., RAMDANI M. & DOCHI T. (2003)**. Observation of spawning of *Sardina* and *Sardinella* off the south Moroccan atlantic coast (21-26°N), *Fisheries research*, 60: 207 - 222.
42. **European commission. (2005b)**. Commission Regulation (EC) n°2074/2005 of 5 December 2005. *Official Journal of the European Union L338*: 27-59.

43. **Eymard. (2003).** Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides et de la transformation du chinchrd (Trachurus trachurus): choix des procédés. thèse de doctorat de l'université de Nantes.143pp.

F

44. **F.A.O. (2004).** Fish and fishery products: world apparent consumption statistics based on food balances sheets. F.A.O. fishery Circular No.821, rev.7. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy.pp201-204.
45. **FAO. (1987).** Méditerranée et mer noire, zone de pêche 37, volume II: vertébrés, éd FAO et CEE. Rome. P : 1030, 1095.
46. **F.A.O. (1999).** The State of Food and agriculture 1998.F.A.O. Agric. Ser. 26.
47. **FAO. (2009).** Directives pour l'inspection du poisson fondée sur les risques, étude FAO alimentation et nutrition 90, éd. FAO, Rome. P : 13,27.
48. **Favier A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Act.Cim.56 :108-115.
49. **Fischer, W., Bauchot, L. & Schneider. (1987).** Fiches F.A.O. d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, (Révision 1), Méditerranée et mer Noire, Zone de pêche 37, Vertébrés, Rome, F.A.O., Vol.2 : 761 - 1530.
50. **Flacy, M., Jargot, D., La Rocca, B., Pillière F., Robert S. et Serre P. (2013).** Fiche toxicologique n°60 : le cadmium et composé minéraux, INRS, 3^e édition, p17 :3.
51. **Food and agriculture Organization. (2003).** Assurance de qualité dans les produits de mer. Italie. Rome 95p.
52. **Forest, A. (2001).** Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. *Ifermer Eds, tom 2* : 215pp.
-
53. **France, L. (1992).** La toxicologie. Ed Gauthier villars. Paris. P : 117,123.
54. **Fredot, E. (2006).** Connaissance des aliments, éd. Lavoisier *TEC et DOC*, medicalesinternationales, Paris. P : 117-118,124-125.
55. **Frenandes, R. (2009).** Microbiology handbook fish and seafood. Leatherhead food internationall : 247p.
56. **Frenot, M., Vieling E. (2001).** Biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant, Biocsience et technique. *Ed. Doin, 297 pages.*
57. **Frnak, C.LU., Lhuguenot, J.C., et Rivière, J.L. (1992).** Chapitre 20 : Toxicité des métaux, In : donné générale, procédure d'évaluation, organe cible, évaluation du risque. Masson paris Milan Barcelone.

G

58. **Gaamour A., Ben Abdallah L., Khemiri S. et Mili S. (2000).** Etudes de la biologie et de l'exploitation des petits pélagiques en Tunisie, ISMAR, Med Sud, Med Technical Documents.
59. **Ganias, K., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Machias, A., Theodorou, A. (2003).** Ovarian atresia in the Mediterranean sardine, *Sardina pilchardus*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.
60. **Garrido, S., Marçalo., A., Zwolinski., J., van der Lingen, C.D. (2007).** Laboratory investigations on the effect of prey size and concentration on the feeding behaviour of *Sardina pilchardus*. Marine Ecology Progress Series. 330p.
61. **Ghali, S. (2008).** Étude de la carbonisation d'un précurseur végétal, les noyaux d'olives. Utilisations dans le traitement des eaux. Mémoire de Magister. République Algérienne démocratique et populaire. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Université de 20 août 55- SKIKDA.
62. **Girard, S., Pacqotte P. (2003).** Cahier de Nutrition et Diététique. 38, 1 : 17-28.
63. **Glasby, G.P., Szefer P., Geldon J., Warzocha J., (2004).** Heavy-metal pollution of sediments from Szczecin Lagoon and the Gdansk Basin, Poland. Science of the Total Environment 330 (2004) 249–269p.
64. **Glazy, P. et Guiraude, J. (1980).** l'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. L'USINE. P 159-163.
65. **Goulas, A.E., Chouliara, I., Nessi, E., Kontominas, M.G., et Savvaidis I.N. (2005).** Microbiological, biochemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. Journal of Applied Microbiology, **98**: 752-760.
66. **Grandjean, D. (2001).** Le stress oxydatif cellulaire chez le chien : conséquence et prévention nutritionnelle. Bull. Acad. Vet. De France. 154, 49-61.
67. **Greaser, M.L., and Pearson A.M. (1999).** Flesh foods and their analogues. In: 1 Food texture measurement and perception. A.J. Rosenthal. Aspen Publication, Gaithersburg: 236-246.
68. **Grodji, A., et Gbogouri, (2005).** Co-valorisation des protéines et des lipides riches en lécithine et en acide gras polyinsaturés oméga 3 à partir de tête de Saumon (*Slamosalar*) par hydrolyse enzymatique. Docteur de l'INPL : l'Institut National Polytechnique de Lorraine. 154p.
69. **Guillaume, D. (2009).** LE risque histaminique dans les produits de la pêche (Histamine risk in fishery products) .Bull. Acad. Vét. France. p241-245.
70. **Guillaume, L., et Hervé Le Guyader. (2001).** Classification phylogénétique du vivant, 3^e édition, Belin, Paris.
71. **Guiraud, J-P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed : Tec et Doc, Paris. P 325.

72. **Guiraud, J-P., (1998).** Microbiologie Alimentaire, Dunod, Paris.
73. **Guiraud, J- P., Rosec J-P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire, *Ed :* AFNOR Codex, p : 72-237.

H

74. **Haard, N. (2002).**The role of enzymes in determining seafood color, flavor and texture. In: Safety and quality issues in fish processing H.A. Bremner. Cambridge, UK, Wood head publishing in Food Science and Technology: 221-254.
75. **Hattour, A. (2000).** Contribution à l'étude des poissons pélagiques des eaux tunisiennes. Sciences biologique, Université de Tunis II, Faculté des sciences de Tunis, 343 p.
76. **Howgate, P. (2009).**Chapter 2: Traditional methods. In: Oehlenschläger J. & Rehbein H. (Eds.), Fishery products: quality, safety and authenticity. Wiley-Blackwell publication. pp. 19-41.
77. **Huchet, P. (2009).** Etudes complémentaire de diagnostic DCE sur le lac de référence d'Anterne- Etude de la contamination toxique dans les poissons de deux lacs d'altitude, comparaison avec de grands lacs alpins. Fédération de Haute-Savoie pour la pêche et la protection de milieu aquatique. 25p
78. **Hughes, R.J., et Jones N.R. (1966).** Measurement of hypoxantine concentration in canned herring as an index of the freshness of the raw material, with a comment on the flavor relation. J. Sea Food Agree. 17 : 434-436p.
79. **Hungerford, J.M. (2010).** Scombroidpoisoning: Areview. Toxicom. pp 1-13.
80. **Huss, H. (1995).**Quality and quality changes in fresh fish. Rome, FAO.195
81. **Huss, H. (1999).** La qualité et son évolution dans le poisson frais. FAO Doc. Tech. sur les Pêches 196.
82. **Hyldig, G, Martinsdóttir E., Sveinsdottir K., Schlevis R &Bremner A. (2010).** Quality Index Method. Hand- book of sea food and sea food products analysis, pp. 463-480.

J

83. **Jeant, R., Croguennec T., Scuck P. et Brule G. (2007).** Science des aliments Biochimie- Microbiologie-Proccédés-Produits (*Vol.2*), éd. *TEC et DOC, Paris.* P : 61, 64, 65, 81, 85, 90, 93.
84. **Joffin, C., et Joffen, J-N. (2010).** Microbiologie alimentaire. Académie de bourdeaux, pp : 109, 122, 124, 139,143, 153.
85. **Journal officiel de l'république algérienne. (1998).** N° 35, 27 mai 1998, aouel safar 1419. P : 14,24.
86. **Journal Officiel de la République Algérienne. (2011).** N°25. Arrêté de 23 Joumada el oula 1432 correspondant au 27 avril 2011fixant les seuils limites de présence de contaminants chimiques, et toxiques dans les produits des pêches et de l'aquaculture.

K

87. **Kamoun, E. P. (1997)**. Appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire, éd. Flammarion, Paris. P : 58.
88. **Khelalef, Z. (1990)**. Contribution à l'évolution de l'état de fraîcheur du poisson. Mémoire d'ingénieur d'état Agroalimentaire Université de Constantine. P : 25.
89. **Kjeldhal, J. (1883)**. In **Manolkidis, A., Polychronidou, E. et Alichandis. (1970)**. Observation suivies sur la protéolyse pendant la maturation du fromage « théléme », thèse de Doctorat. Université de thessaloniki, Grèce. 128-136p.
90. **Kodo, J-L. (1990)**. L'ionisation des produits de la pêche. Collection « Valorisation des produits de la mer ». Irfemer, France. 171p.
91. **Kodo, J- L. (1990)**. L'ionisation des produits de la pêche, éd. IFERMER. P :15-23.
92. **König, C. (2012)**. Classification des poissons, Zoologie, Poisson ; Eau Douce.

L

93. **Leduc, F. (2011)**. Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques. Thèse d'Université Lille1. Sciences et Technologies N° d'ordre 40 769.
94. **Linden, G et Lorient, D. (1994)**. Biochimie agro-industrielle, valorisation alimentaire de la production agricole, éd. Masson, Paris. P : 161-162.
95. **Linden, G.(1981)**. Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires, (vol : 2), éd. Techniques et documentation et APRIA, Paris.
96. **Lombarte, A., Recasens L., González M., Gil de Sola L. (2000)**. Spatial segregation of twospecies of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *M. barbatus*) in relation to habitat. Mar EcolProgSer Vol. 206: 239-249p.
97. **Love, RM. (1970)**. The Chemical Biology of Fishes. Academic Press, London. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32 (12): 2333-2342.
98. **Love, RM. (1980)**. The Chemical Biology of Fishes (Volume 2). Academic Press London.

M

99. **Maanan, M., Zourarah B., Carruesco C., Aajjane A., Naud, J., (2004)**. The distribution of heavy metals in the SidiMoussa lagoon sediments (Atlantic Moroccan Coast). Journal of AfricanEarth Sciences 39. 473–483p.
100. **Mahé, K., Destombes, A., Coppin, F., Koubbi, P., Vas, S., Le Roy, D. et Carpentier, A. (2005)**. Le rouget barbet de roche *Mullus Surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. Rapport Contrat IFERMER/CRPMEM Nord-Pas-de-Calais ,187p.
101. **Martin, A. (2001)**. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Editions Tec & Doc, Paris. 650 p.
102. **Médale, F. (2005)**. Caractéristiques nutritionnelles des poissons et facteurs de variations

Aquaculture.79 : 87-93.

103. **Médale, F., Lefevre F., Corraze G. (2003).** qualité nutritionnelle et diététique des poissons : constituant de la chair et facteurs de variations.38, 1. P 37-42.
104. **Médale, F., Leblanc J-C., Philippe G. (2008).** Le poisson: quels enjeux pour sa consommation ? Institut Français pour la Nutrition. N°130. P : 2-8.
105. **Monique Etienne. (1998).**Recherches Marines, Méthodes d'évaluation de la qualité. Département Valorisation des Produits Direction des Ressources Vivantes, Ifremer, Nantes. N° 18. 6p.
106. **Morris,MC., Evans DA., Bienias JL et al. (2003).**Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease.Arch Neurol July;60(7):940-6.
107. **Mujinga,W., Mutala, S., Husken.,S.M. C. (2009).** Rapport d'analyse et table de valeur bromatologique de catégorie de poissons trouvé sur les marchés de poisson à Lubumbashi, République Démocratique du Congo. P : 1-4.
108. **Murray, J & Burt JR. (1969).** The composition of fish. Torry Research Station.

N

109. **Ness, AR., Gallacher JE., Bennett PD et al. (2003).**Advice to eat fish and mood: à randomised controlled trial in men with angina.*Nutr Neurosci* February; 6(1): 63-5.
110. **Nielsen, M.K., ET Jorgensen B.M. (2004).**Quantitative Relationship between Trimethylamine Oxide Activity and Formaldehyde Accumulation in White Muscle from Gadiform Fish during Frozen Storage .*Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 52(12):3814-3822.

O

111. **Oehlenschläger, J., Luten J & Ólafsdóttir G (2003).** Measurement of freshness quality of fish based on electrical Properties. *Quality of Fish from Catch to Consumer: Labelling, Monitoring and Traceability*, Wageningen: Wageningen Academic Publishers. p, pp. 237-249. J.B Luten, J. Oehlenschläger, G. Olafsdottir.
112. **Oumansour, Y, F. (2001).** Etude de l'altération des huiles de poissons après décongélation. Effet microondes. Diplôme de Magister. Université de M'hammed Bougerra, 95p.
113. **Ozogul, I. (2010).** Methods for Freshness Quality and Deterioration. *Handbook of sea food and sea food products analysis*, pp. 189-214. CRC Press.

P

114. **Pelli, K. et Lyly M. (2003).** Les antioxydants dans l'alimentation, *Consommateurs n°3*. VTT Biotechnologie, Finlande. ISBN2-7380-1069-5 :28p.
115. **Pilet, M-F. (2008).** Maîtrise de la formation de l'histamine dans les produits de la mer par le procédé de biopréservation, Laboratoire : Ifremer – Science et Technologie de la Biomasse Marine (STBM).
116. **Prato, E., Biandoline, F. (2012).** Totale lipid content and fatty acid composition of commercially

important fish species from the Mediterranean, Mar Grand ea. Food chemistry: 1233- 1239, éd ELSEVIER, Tarano, Italy.

R

117. **Ramad, F. (2000)**. Dictionnaire encyclopédique des pollutions de l'environnement à l'homme. Ed. Ediscience international, Paris. 1075p.
118. **Ramade, F. (2007)**. Introduction à l'Ecotoxicologie fondement et application, éd. Lavoisier. Paris. 495p.
119. **Règlement (CN) No 2406/96 DU CONSEDL. (1996)**. Fixant des normes communes de commercialisation pour certains produits de la pêche (1996R—2406— F 01.01.2001 —001.001).
120. **Rennerre, M. (2000)**. Station de recherche sur la viande, INRA 63122 St Genès-chamanelle; in Antioxydants in Muscle Foods, John Wiley, New-York. 113p.
121. **Robin, J., Lefevre F. (2004)**. Viande et produits carné, vue des institues de recherche et des centres techniques des filières viandes et des produits carnés, 10eme sceince 2, éd J.CHEVALEIR. Rennes: 88, 89, 91, 92 102,190.
122. **Rochet, M.J. (2000)**. May life traits beused as indices of population viability? Journal of SeaResearch 44, 145-157.
123. **Roudant, H., Lefrancq E., (2005)**. Alimentation théorique. DION, Lavoisier, Paris : 134-135.
124. **Rouessac, F., et Rouessac, A. (2004)**. Méthodes et techniques instrumentale moderne, (6^{eme} édition). Ed. Duond. Paris. P246.
125. **Roussel, A., Hininger, F. (2009)**. Eléments trace essentiel en nutrition humaine : chrome, sélénium, zinc et fer. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), endocrinologie- Nutrition 1-16p.

S

126. **Saādoune, H. (2005)**. Guide de l'inspection du poisson. P : 4-28.
127. **Shibko, S., Koivistoinen, P., Tratnyneck, C., New Hall, A., and Feidem, L. (1966)**. A method fpr sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, lipid and glycogen from single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. © *Analyt Biochem*19:415-428.
128. **Sánchez-Alonso I., Barroso M & Careche M. (2010)**. Instrumental texture. Handbook of seafood and sea-food products analysis, pp. 425-437.
129. **Servais, S. (2004)**. Altération mitochondriales et stress oxydant pulmonaire en réponse à l'ozone : effet de l'âge d'une supplémentation en Oméga3. Thèse de Doctorat. Université Claude Bernard - Lyon I. France.127pp.
130. **Shewfelt, R.L. (1981)**. Fish muscle lipolysis- Areview. Journale of food biochemistry.5:79-100p.
131. **Stansby, ME.(1962)**. Proximate composition of fish. In: E. Heen and R. Kreuzer ed. Fish in nutrition, Fishing News Books Ltd., Londres. P : 55-60.
132. **Sveinsdottir, K., Martinsdottir E., Hyldig G., Jørgen- sen B & Kristbergsson K. (2002)**.

Application of Quality Index Method (QIM) Scheme in Shelf-life Study of Farmed Atlantic Salmon (*Salmosalar*). *Journal of Food Science* 67: 1570-1579.

T

133. **Tahergorabi, R., Beamer, SK., Matak, KE ET Jaczynski, J. (2012).** Salt substitution in surimi seafood and its effects on instrumental quality attributes. *LWT-Food Science and Technology* 48: 175-181.
134. **Timm, M et Jorgensen, BM. (2002).** Simultaneous determination of ammonia, dimethylamine, trimethyl-amine and trimethylamine-N- oxid in fish extracts by capillary electrophoresis with indirect UV-detection. *Food chemistry*76: 509-518.
135. **Trémolières, J., Serville, Y., jacquot, R., et Dupin H. (1984).** Les aliments, manuel d'alimentation humaine. Tome 2.9ème édition. Paris. pp 123-156.
136. **Tuara, P. (1999).** Méthodes pratiques de conservation des produits de la mer salage et séchage. Secrétariat générale de la Commauté du Pacifique (CPS).98848 Nouméa cedex Nouvelle-Calédonie. 42p.

V

137. **Van Der Bosch H. (1980).** Intracellular phospholipases A. *BiochimBiophysActa*.604:191-246p.
138. **Vanesa L., José M. G., Santiago P., Jorge B-V. (2004).**Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sardina pilchardus*) storage. Department of Sea food.
139. **Vierling, E. (2008).**aliment et boissons filières et produit, 2 édition, éd : Dion éditeur centre régionale de documentation pédagogique d'aquitaine, starsbourg, France.

Site web :

140. **Didier Laurent S., Lamare V., Pastor J., in DORIS, 06/07/2016 :** *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=579

Objet d'examen		N° de la caractéristique		Critères et d'appréciation		
			3	2	1	0
Peau	Couleur	Ia	Pigmentation vive et chatoyante; pas de coloration	Pigmentation vive mais sans lustre	Pigmentation en voies de décoloration et terne	Pigmentation terne
	Mucus	Ib	Aqueux et transparent	Légèrement trouble	Laiteux	Opaque
Œil	Forme	IIa	Convexe (bombé)	Convexe et légèrement affaissé	Plat	Concave au centre
	Cornée	IIb	Transparente	Légèrement opalescente	Opalescente	Laiteuse
	Pupille	IIc	Noire brillante	Noire ternie	Opaque	Grise
Branchies	Couleur	IIIa	Brillante	Moins colorées	Se décolorant	Jaunâtres
	Mucus	IIIb	Pas de mucus	Traces légères de mucus clair	Opaque	Laiteux
péritoine		IV	Adhérent totalement à la chair	Adhérent	Peu adhérent	Non adhérent
Organes		V	Reins et résidus d'autres organes rouges brillante, de même que le sang à l'intérieur de l'aorte	Reins et résidus d'autres organes mal; sang se décolorant	Reins et résidus d'autre organes et sang rouge pale	Reins et résidus d'autres organes, sang brunâtre
Branchies, peau, cavité abdominal		VI	Odeur d'algue marine	Ni algue, ni mauvaise	Légèrement aigre	Aigre
Chair	consistance	VIIa	Ferme et élastique	Elasticité diminuée	Légèrement molle (flasque) élasticité diminuée	Molle (flasque)
	Surface	VIIb	Lisse	Lisse	Cireuse (veloutée) et ternie	Ecailles se détachant facilement, surface granuleuse
	Couleur	VIIc	Bleuâtre, translucide, lisse et brillante, sans aucun changement coloration original	Veloutée, cireuse, feutrée, couleur légèrement modifiée	Légèrement opaque	Opaque
Colonne vertébrale	Couleur	VIIIa	Pas de coloration	Légèrement rose	Rose	Rouge
	Adhérence à la chair	VIIIb	Se brise eu lieu de se détacher	Adhérente	Peu adhérent	Non adhérente

Tableau1 : les barèmes de cotation des espèces des poissons (Fredot, 2006 ; Vierling, 2008)

Tableau 2 : Échelle d'évaluation de la qualité sensorielle (Vanesa et al, 2004)

Attribut	La plus haute qualité (E)	Bonne qualité (A)	Qualité moyenne (B)	Qualité inacceptable (C)
Peau	Pigmentation Très intense; Mucus transparent	Pertes insignifiant de pigmentation ; Mucus laiteux	pigmentation Sans briller, terne en voie de décoloration ; Mucus légèrement grisâtre	Perte de pigmentation terne décolorée ; Mucus brun jaunâtre
Odeur externe	Fortement marine	Faiblement marécageux	Légèrement aigre	Aigre, putride
Branchies	Rouge brillant ; sans odeur	Rose colorée; sans odeur	Légèrement pâle; odeur de poisson naissante;	Couleur gris-jaunâtre; odeur d'ammoniac intense
Consistance	Présence ou partielle Disparition de rigidité cadavérique	Elastique	Élasticité notamment réduit	Forme façonné dus aux Changements de Facteurs mécaniques
Odeur de chair	Fraiche, d'algue marine	Absence d'odeur : neutre ou légèrement douceâtre	Légèrement aigre	Aigre ; ammoniac, putride

Tableau 3 : Principaux composants (en pourcentage) des muscles de poisson (Stansby 1962;

Murry & Brut 1969; Love 1980).

Constituants	Minimum (%)	Intervalle moyen (%)	Maximum (%)
Protéines	6	16-21	28
Lipides	02	0.2-25	64
Cendres	0.4	1.2-1.5	1.5
Eau	28	66- 81	90

Tableau 4 : Barème de cotation de la fraîcheur pour la *S. pilchardus*

Objet d'examen		23/04/2017	28/04/2017	03/04/2017
		cotes		
Peau	Couleur	3	3	3
	Mucus	3	2	3
Œil	Forme	2	3	3
	Cornée	2	3	3
	Pupille	2	3	3
Branchies	Couleur	3	3	2
	Mucus	3	2	3
Péritoine		3	3	3
Organe		3	3	3
Branchies, peau, cavité abdominale	Odeur	3	3	3
Chair	Consistance	3	3	3
	Surface	3	2	3
	Couleur	3	2	3
Colonne vertébrale	Adhérence à la chair	3	2	2
	Couleur	3	3	3
Totale		42	40	43
Moyenne de degré de fraîcheur		2.777 ±0.101		

Tableau 5 : Barème de cotation de la fraîcheur pour la *M. barbatus*

Objet d'examen		23/04/2017	28/04/2017	03/04/2017
		cotes		
Peau	Couleur	3	3	3
	Mucus	3	3	2
Œil	Forme	1	2	2
	Cornée	3	3	3
	Pupille	2	3	3
Branchies	Couleur	3	3	2
	Mucus	2	2	3
Péritoine		3	3	3
Organe		3	3	3
Branchies, peau, cavité abdominale	Odeur	3	3	3
Chair	Consistance	3	3	2
	Surface	3	3	3
	Couleur	3	3	3
Colonne vertébrale	Adhérence à la chair	2	2	2
	Couleur	3	3	3
Totale		40	42	40
Moyenne de degré de fraîcheur		2.711±0.076		

Tableau 6: Paramètre biométriques mesurés (g, cm) chez les deux espèces étudiées *S.pilchardus* et *M. barbatus*.

(Moyenne \pm écartype).

Espèces Paramètres	<i>S.pilchardus</i>			Moyenne	<i>M. barbatus</i>			Moyenne
	Longueur (cm)	12.3	12	12.7	12.333 \pm 0.286	16.1	16.5	16.6
Largeur (cm)	2.2	2	2.5	2.233 \pm 0.251	3.7	3.6	3.4	3.566 \pm 0.152
Poids (g)	21.4 0	20.66	24.32	22.126 \pm 1.935	55.23	57.12	60.1	57.483 \pm 2.455

Tableau 7: Les Valeurs moyenne du pH des deux espèces étudiées *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

(Moyenne \pm écartype), (P : degré de signification)

Espèce Paramètre	<i>S. pilchardus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	pH	6.81	6.76	6.8	6.9	6.88
Moyenne \pm écartype	6.8 \pm 0.01			6.88 \pm 0.02		
P	0,001724192					

Tableau 8 : Les Valeurs moyennes de l'acidité titrable ($^{\circ}$ D) des deux espèces *S.pilchardus* et *M.barbatus*.

(Moyenne \pm écartype), (P : degré de signification).

Espèce Paramètre	<i>S. pilchardus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	Acidité ($^{\circ}$ D)	61	62	62	53	53
Moyenne \pm écartype	61.666 \pm 0.577			53.333 \pm 0.02		
P	3,00755E-05					

Tableau 9 : Les Valeurs moyennes de la teneur en eau (%) des deux espèces *S.pilchardus* et *M. barbatus*.

(Moyenne \pm écartype), (P : degré de signification).

Paramètre	Espèce <i>S. pilchardus</i>			Espèce <i>M. barbatus</i>		
	Humidité (%)	72.6	72.8	73.2	69.8	69.4
Moyenne \pm écartype	72.866 \pm 0.305			69.4 \pm 0.4		
P	0,000141429					

Tableau 10: Les valeurs moyennes de la matière sèche (%) des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

(Moyenne \pm écartype), (P : degré de signification).

Paramètre	Espèce <i>S. pilchardus</i>			Espèce <i>M. barbatus</i>		
	Matière sèche (MS%)	27.4	27.2	26.8	30.2	30.6
Moyenne \pm écartype	27.133 \pm 0.305			30.6 \pm 0.4		
P	0,000141429					

Tableau 11 : Les valeurs moyennes de la Teneur en cendre (%) des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

Paramètre	Espèce <i>S. pilchardus</i>			Espèce <i>M. barbatus</i>		
	Teneur en cendre (%)	0,5	0.52	0.54	0.39	0.42
Moyenne \pm écartype	0.52 \pm 0.02			0.406 \pm 0.015		
P	0,000728724					

Tableau 12: Les valeurs moyennes de la Teneur en protéine (%) des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

Paramètre \ Espèce	<i>S. pilchardus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	Protéines (%)	16.86	16.80	16.82	14.94	15
Moyenne ± ecartype	16.83±0.030			14.97±0.030		
P	9,83272E-08					

Tableau 13 : Les valeurs moyennes de la Teneur en lipides (%) des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

Paramètre \ Espèce	<i>S. pilchardus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	Lipides (%)	18.03	18.03	18	13.67	13.62
Moyenne ± ecartype	18.02±0.017			13.65±0.026		
P	9,13908E-10					

Tableau 14: Les valeurs moyennes de la Teneur en glucides des deux espèces *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

Paramètre \ Espèce	<i>S. pilchardus</i>			<i>M. barbatus</i>		
	glucides (%)	0.443	0.445	0.440	0.498	0.497
Moyenne± ecartype	0.442±0.002			0.496±0.001		
P	2,92513E-06					

Tableau 15: Les résultats de dénombrement et de recherche de germe pour *S. pilchardus* et *M. barbatus*.

Germes recherché Espèce	FTAM	<i>S. aureus</i>	CSR 46°C	<i>Salmonellas</i>	Streptocoque fécaux
<i>S. pilchardus</i>	Nombre de colonies inférieur à 10	Absence de trouble	Absence de trouble	Absence de trouble	Absence de trouble
<i>M. barbatus</i>	Nombre de colonies inférieur à 10	Absence de trouble	Absence de trouble	Absence de trouble	Absence de trouble

Annexe II : les courbes d'étalonnage

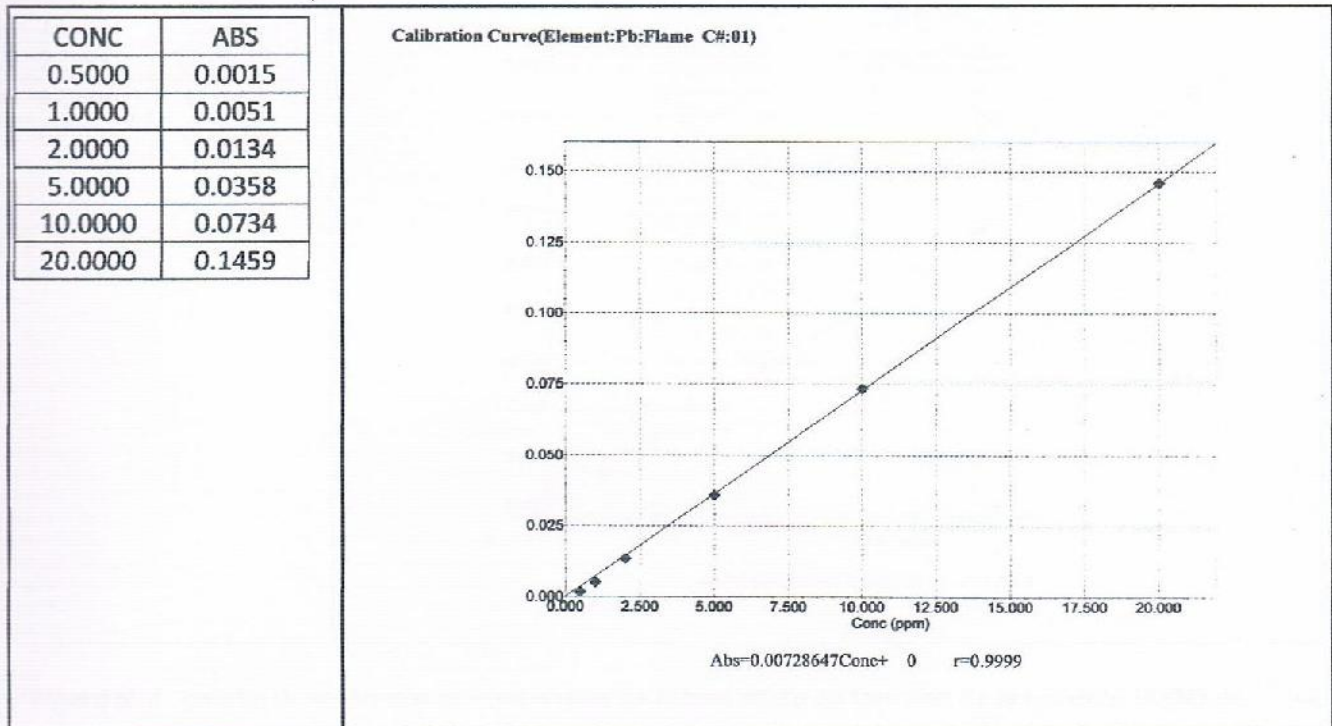


Figure n° 1 : courbe de référence expérimentale de l'absorbance en fonction de la quantité (PPM) de Pb ($r=0.9999$)

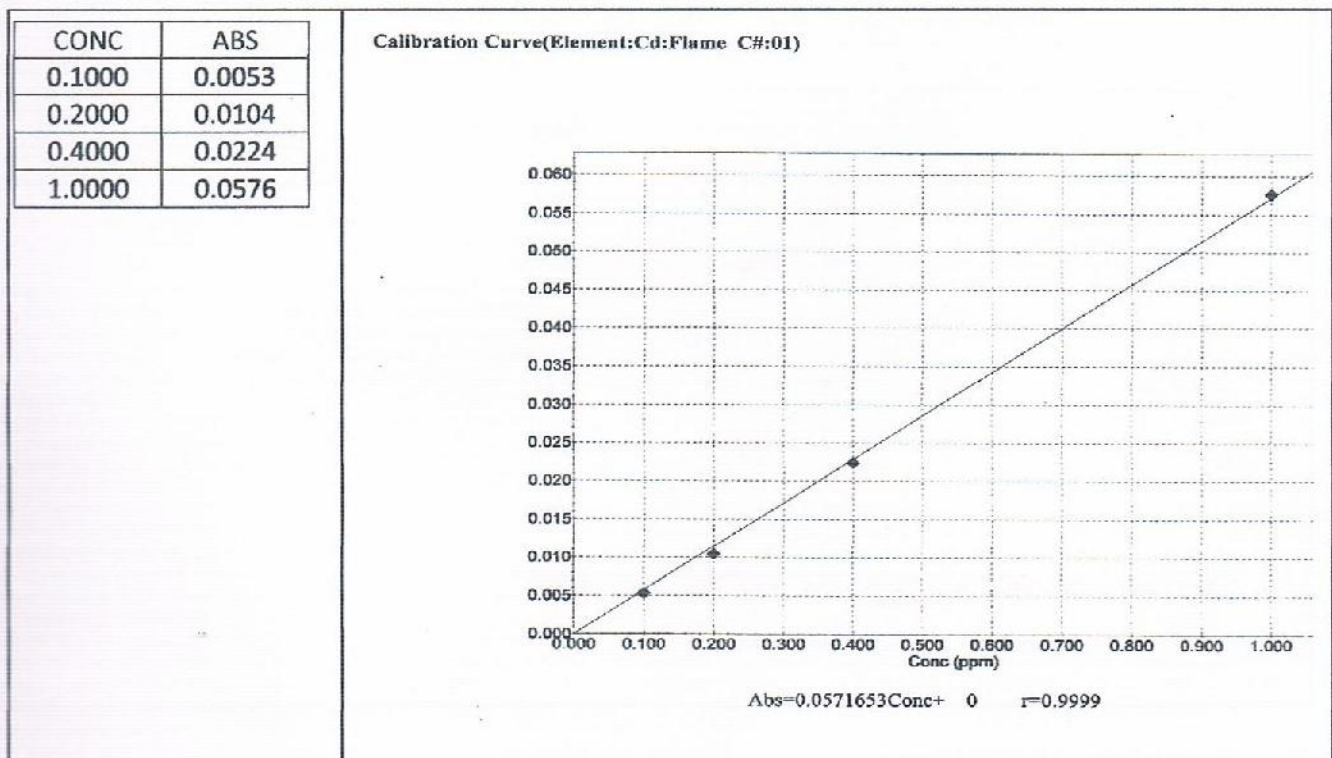


Figure n° 2 : courbe de référence expérimentale de l'absorbance en fonction de la quantité (PPM) de Cd ($r=0.9999$)

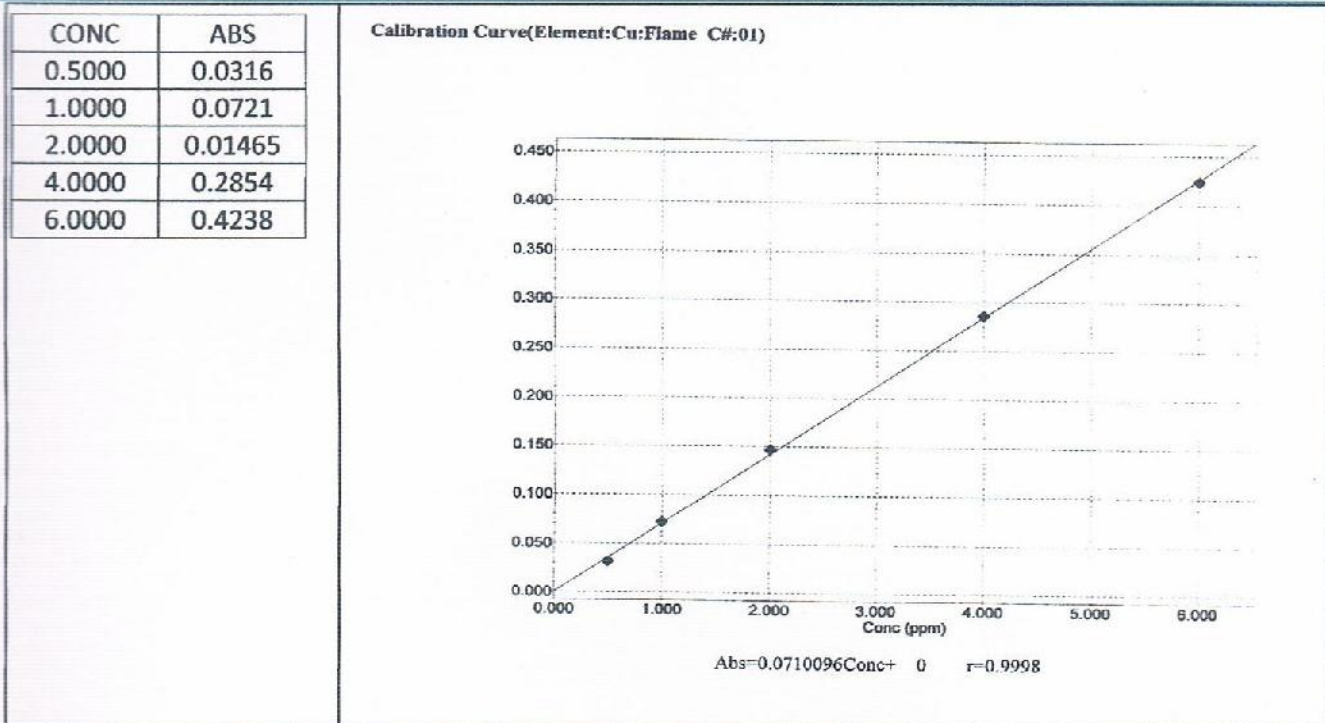


Figure n° 3 : courbe de référence expérimentale de l'absorbance en fonction de la quantité (PPM) de Cu ($r=0.9999$)

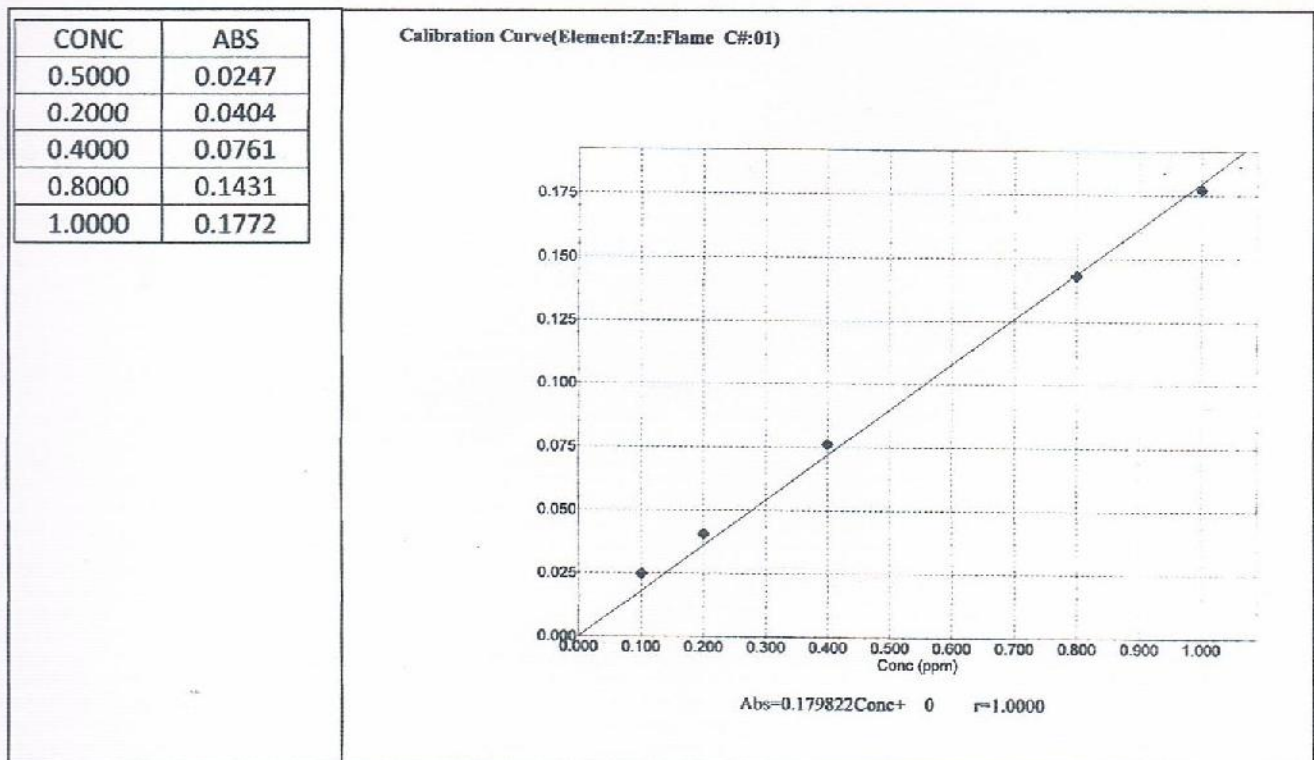


Figure n° 4 : courbe de référence expérimentale de l'absorbance en fonction de la quantité (PPM) de Cu ($r=1$)

Réalisé par : KEHA Lamia
ABDELLAH Amina

Encadreur : Mr Laib Essaid

Date de soutenance : 22/06/2017

Thème

Contribution à une étude physico-chimique de la sardine (*Sardina pilchardus*) et de rouget de vase (*Mullus barbatus*).

Résumé

Cette étude a pour but de déterminer la qualité physicochimique des espèces *Sardina pilchardus* et *Mullus barbatus* pêchées et commercialisées au niveau de la pêche de Jijel, en évaluant la fraîcheur, la biométrie et la composition biochimique de la chair. L'analyse physicochimique a montré que tous les paramètres (pH, acidité titrable, humidité, matière sèche, teneur en cendres, teneur en protéines, teneur en glucides, teneur en lipides) sont tout à fait acceptables et conformes aux normes. Le test organoleptique montre préalablement une bonne fraîcheur. L'analyse microbiologique montre que les deux espèces présentent une qualité microbiologique satisfaisante. Pour les métaux lourds, la chair des deux espèces accumulent des quantités en Cd, Pb, Cu et en Zn. Nous pouvons conclure que malgré ces métaux lourds ne dépassent pas les normes, mais ils peuvent causer des problèmes pour le consommateur de ces poissons avec le temps.

Les mots clés : Qualité, Physico-chimique, *Sardina pilchardus*, *Mullus barbatus*.

Abstract

This study aims to determine the physical and chemical quality of *Sardina pilchardus* and *Mullus barbatus* species fished and sold at Jijel fishery, assessing freshness, biometry and biochemical composition of the fish. The analysis showed that all parameters (pH, titrable acidity, moisture, dry matter, ash, proteins, carbohydrates and fats) are quite acceptable and compliant. The organoleptic test beforehand showed good freshness. The microbiological analyses show that the two analysed samples (*Sardina pilchardus* and *Mullus barbatus*) have a satisfactory microbiological quality. For heavy metals, the flesh of the two fish species accumulates an amount of Cd, Pb, Cu and Zn. We can conclude that in spite of these heavy metals the standards do not exceed, but they can cause problems for the consumer of these fish in time.

Keywords: Quality, Physical and chemical, *Sardina pilchardus*, *Mullus barbatus*.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد النوعية الفيزيائية والكيميائية لـ *Sardina pilchardus* و *Mullus barbatus* المصطادة والمتداولة في سوق جيجل بتقييم النضارة، القياسات الحيوية والتكوين الكيميائي الحيوي للأنسجة. أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن جميع القياسات المتمثلة في الحموضة، الرطوبة، المادة الجافة، المادة المعدنية، البروتينات، الغلو سيديات والدهون مقبول ومتوافقة مع المعايير. وأظهر الاختبار الحسي مسبقاً نضارة جيدة. ويظهر التحليل الميكروبيولوجي أن العينتين للنوعين من السمك يحمل جودة ميكروبيولوجية مقبولة.

فيما يخص المعادن الثقيلة أنسجة عضلات النوعين من السمك راكمت قيم من الكاديوم، الرصاص، النحاس والزنك. إننا نستطيع أن نستنتج أنه رغم أن كمية المعادن الثقيلة الموجودة والتي لا تتعدى المقاييس إلا أنها تشكل خطراً على صحة المستهلك هذه الأسماك مع مرور الزمن.

الكلمات المفتاحية: *Sardina pilchardus*, *Mullus barbatus*, النوعية، الفيزيوكيميائية.