

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

## **Diplôme de Docteur Vétérinaire**

### **Thème :**

**CONTROLE DE LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES POISSONS  
TELEOSTEENS COMMERCIALISES AU NIVEAU DE LA COMMUNE DE  
CAP-DJINET**

Présenté par :

**Stiti Hadjer & Aberbache Karima**

**Jury :**

<b>Président :</b>	<b>KHOUNI. F</b>	<b>MAA</b>	<b>ISV Blida</b>
<b>Promoteur :</b>	<b>MOKRANI. D</b>	<b>MAA</b>	<b>ISV Blida</b>
<b>Examineur :</b>	<b>BELABDI. I</b>	<b>MAA</b>	<b>ISV Blida</b>

**Année universitaire : 2017/2018**

## **REMERCIEMENTS**

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

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Dr. Mokrani Djamel, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.*

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

*Nous remercions vivement et avec un profond respect Mr. STITI chef d'antenne de pêche au niveau du port de Cap-Djinet qui nous a aidé durant toute la période du travail.*

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

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Un homme exceptionnel, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qu'ALLAH te garde dans son vaste paradis, à toi **mon père**.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore.*

*A la mémoire de ma chère tante Mahari Samia qu'ALLAH ait son âme.*

*Aux personnes qui ont une grande estime pour moi, mon frère Abdeslem et mes sœurs Medina et Roumaïssa, mes grand mères, mes tantes Zohra, Fatma, Khadidja et Dhaouia, mes oncles Abderahmane, Omar, Toufik, Farid et ses épouses, ma cousine Sarah et mes cousins Limem, Amine et ses épouses, mes cousins Mohamed, Yasser, Islem et Abderahmane, à toutes la famille **STITI**, je dédie ce travail dont la réalisation revient en premier lieu grâce à leurs conseils, aides, et encouragements.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, camarades d'étude, et sœurs de cœur, Zoula, Rahma, Besma, Ferial, Imane, Kamila, Nadjjet, Djihad et mon binôme **Karima**, à toutes personnes que je connais, surtout à Kamel.*

**Hadjer**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail et j'exprime ma profonde gratitude à ma mère et mon père, pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué ; avec tous les moyens et au prix de toutes les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné depuis mon enfance.*

*A tous nos enseignants pour leur bienveillance et pour leur contribution à notre formation.*

*A mes frères, mes sœurs, mes cousines et leurs enfants.*

*A tous mes chers amis qui m'ont accompagné tout le long de l'année : Rahma , Donyazed , Besma , Zola , Yasmine , Asma , DJihed , abd salem , amine , oussama , amar , mustapha , raouf et Taqui.*

*Et surtout à mes amies d'enfance : Imen, feriel, Knza et Selma.*

*A mon promoteur Dr MOKRANI Djamel.*

*A mon binôme hadjer.*

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

*Karima*

# RESUME

## **Résumé :**

La fraîcheur est un paramètre déterminant de la qualité sanitaire du poisson. S'agissant d'une matrice très altérable, l'évaluation objective de sa fraîcheur est essentielle pour les opérateurs de la filière mais également pour les services d'inspection.

L'objectif de notre étude expérimentale a pour but d'évaluer l'état de fraîcheur des produits de la mer commercialisée dans la wilaya de Boumerdes. Pour cela, nous avons réalisé une enquête et un examen sensoriel.

Nos résultats ont montré que la qualité de fraîcheur globale de nos échantillons était non satisfaisante vu le non-respect des normes à travers l'absence de la qualité d'appréciation « extra » et la dominance de la classe E et B.

D'après nos examens sensoriels on révèle que le respect de la chaîne du froid, les conditions d'hygiène, de conservation et le glaçage précoce sont des facteurs indispensables pour le maintien des produits de la mer dans un état de fraîcheur.

Mots clés : Evaluation, Etat de fraîcheur, Produit de la mer, Barème de cotation.

## **Summary:**

Freshness is a key parameter for assessing the quality of fish. As fish is a sensitive matrix to spoilage, the purpose of the freshness assessment is essential for all professionals of the seafood industry and for official fish inspection authorities as well.

The purpose of our experimental study is to evaluate the freshness of the sea food sold in the province of Boumerdes. For that, we conducted a survey and a sensory examination. Our results showed that the overall quality of our fresh samples was not satisfactory the standards are not respected. And that was obvious by the absence of extra quality where the class E and B. was prevailed.

According to our study field we found that respecting the cooling chain, the conditions of hygiene, preservation and early icing are indispensable factors for the maintenance of seafood in a fresh state.

Key words: evaluation, freshness, seafood, rating scheme.

# Table des matières

## Pages

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste d'abréviations	
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie bibliographique :</b>	
<b>Chapitre I : Présentation des espèces</b> .....	<b>3</b>
1. Dorade royale .....	3
2. Sardine .....	4
3. Allache .....	4
4. Loup de mer .....	5
<b>Chapitre II: Composition de poissons</b> .....	<b>7</b>
1. Lipides .....	7
1.2. Nature des lipides .....	8
2. Protéines .....	8
3. Glucides .....	9
4. Vitamines et les sels minéraux .....	9
<b>Chapitre II: Changement post-mortem du poisson</b> .....	<b>11</b>
1. changements sensoriels.....	11
2. altérations autolytiques .....	11
2.1. Production d'énergie post mortem dans le muscle.....	11
2.2. Autolyse et catabolisme de nucléotide.....	12
2.3. Autolyses et enzymes protéolytiques.....	12
2.3.1. Cathepsines.....	12
2.3.2. Calpaines.....	13
2.3.3. Collagénases.....	13
2.3.4. Les altérations autolytiques pendant la conservation de poisson congelé.....	13

3.	changements microbiologiques.....	14
3.1	Flore bactérienne de poisson vivant.....	14
3.2	Invasion microbienne.....	15
3.3	Evolutions de la microflore au cours du stockage et l'altération par rapport aux organismes spécifiques d'altération .....	15
3.4	Chargements biochimiques produits par le développement bactérien durant la conservation et l'altération.....	18
4.	changements au niveau des lipides.....	18
4.1.	La lipolyse .....	18
4.2.	L'oxydation des lipides .....	19
4.2.1.	Mécanismes généraux de l'oxydation des lipides .....	20
4.2.2.	Les initiateurs de l'oxydation des lipides.....	23
4.2.3.	Produits formés au de l'oxydation des lipides.....	23
4.3	Altération des lipides lors de la conservation.....	25
4.3.1	Conservation sous glace de la matière première.....	25
<b>Chapitre III : Méthodes de contrôle de la fraîcheur de poisson.....</b>		<b>26</b>
1.	Méthodes sensorielles .....	26
2.	Méthodes physiques .....	27
3.	Méthodes chimiques .....	28
4.	Méthodes microbiologiques .....	30
<b>Chapitre IV: Composés volatils .....</b>		<b>32</b>
1.	développement de l'arôme de poisson .....	32
2.	odeur de poisson.....	33
 <b>Partie pratique</b>		
<b>V.</b>	<b>Objectifs .....</b>	<b>36</b>
<b>VI.</b>	<b>Matériel et méthodes .....</b>	<b>36</b>
1.	Choix des espèces des produits de la mer à inspecter.....	36
2.	Méthodes effectuées .....	37
2-1.	barème de cotation : examen sensoriel .....	37
<b>VII.</b>	<b>Résultat .....</b>	<b>38</b>
A.	L'hiver .....	39

B. Printemps .....	41
<b>VIII. Discussion</b> .....	44
<b>IX. Recommandation</b> .....	45
1. Hygiène des manipulateurs .....	45
2. Nettoyage et désinfection .....	46
3. Environnement de travail .....	46
4. Réception des matières premières .....	47
<b>X. Conclusion</b> .....	49

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Pages</b>
<b>Tableau 1</b> : Distinction de différentes espèces de poissons en fonction de leur teneur en lipides dans les muscles.....	7
<b>Tableau 2</b> : Valeur biologique ; pourcentage d'acides aminés essentiel de différente Protéine .....	8
<b>Tableau 3</b> : Vitamines du poisson.....	10
<b>Tableau 4</b> : Quelques minéraux présents dans le muscle de poisson.....	10
<b>Tableau 5</b> : Flore bactérienne du poisson capturé dans des eaux propre non pollués .....	15
<b>Tableau 6</b> : Microflore dominante et bactériens d'altérations identifiées sur du poisson blanc frais au moment de son altération .....	18
<b>Tableau 7</b> : Les catégories de fraîcheur selon (CEEn°103/76).....	37
<b>Tableau 8</b> : La qualité organoleptique de la sardine ( <i>Sardina pilchardus</i> ) en période d'hivers.....	39
<b>Tableau 9</b> : La qualité organoleptique de l'allache ( <i>Sardinella aurita</i> ) en période d'hiver.....	40
<b>Tableau 10</b> : la qualité organoleptique de loup de mer ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) en période d'hivers.....	40
<b>Tableau 11</b> : La qualité organoleptique de la dorade ( <i>Sparus aurata</i> ) en période .....	41
<b>Tableau 12</b> : La qualité organoleptique de la sardine ( <i>Sardina pilchardus</i> ) en période de printemps.....	41
<b>Tableau 13</b> : la qualité organoleptique de l'allache ( <i>Sardinella aurita</i> ) en période de printemps.....	42
<b>Tableau 14</b> : la qualité organoleptique de loup de mer ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) en période de printemps.....	42
<b>Tableau 15</b> : La qualité organoleptique de la dorade ( <i>Sparus aurata</i> ) en période de printemps.....	43
<b>Tableau 16</b> : Tableau synthétiques pour les 4 espèces pendant les 2 périodes.....	43

## LISTES DES FIGURES

	<b>Pages</b>
<b>Figure1</b> : Evolution de la flore et des bactéries spécifiques d'altération au cours de la Conservation .....	17
<b>Figure 2</b> : Mécanisme d'initiation de la peroxydation des lipides par l'activité Lipoxygénasique .....	22
<b>Figure 3</b> : Le schéma de dégradation des nucléotides .....	29
<b>Figure 5</b> : Schéma des changements durant la manipulation et le traitement influençant le développement de l'arôme dans le poisson .....	34

## **LISTE DES ABREVIATIONS :**

<b>ADP :</b>	Adénosine diphosphate
<b>AGPI :</b>	Acides gras polyinsaturés
<b>AMP :</b>	Adénosine monophosphate
<b>ANP:</b>	Azote non proteique
<b>ATP:</b>	L'adénosine triphosphate
<b>CAF:</b>	Calcium activated factor
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Gaz carbonique
<b>DHA:</b>	Docosahexaénoïque
<b>DMA:</b>	Diméthylamine
<b>AEP:</b>	Acides eicosapentaénoïque
<b>FA:</b>	Formaldéhyde
<b>Hx:</b>	Hypoxanthine
<b>IMP:</b>	Inosinemonophosphate
<b>Ino:</b>	Inosine
<b>O<sub>2</sub>:</b>	Oxygène
<b>OTMA:</b>	L'oxyde de triméthylamine
<b>TMA :</b>	Triméthylamine
<b>UFC :</b>	Unités formant colonies

## **Introduction**

---

### **Introduction :**

Dans plusieurs pays, le secteur de la pêche joue un rôle socio-économique vital et occupe une place très avancée parmi les secteurs de l'économie nationale en particulier dans les pays qui sont à la fois producteurs, consommateurs et exportateurs de produits halieutiques. Sur le plan alimentaire (ingrédients protéiques), les produits de pêche contribuent de manière déterminante à la satisfaction des besoins alimentaires de la majorité de la population mondiale. Le nombre de personnes travaillant directement ou par induction dans ce secteur est en augmentation progressive.

En Algérie, avec le tourisme et l'agriculture, la pêche maritime constitue une source économique de grande importance, d'autant plus que la demande des produits halieutiques sur le marché international est en constante augmentation. Cependant, cette expansion s'accompagne d'une plus grande exigence des consommateurs sur la qualité des produits. Ceci a poussé une bonne partie des grands pays importateurs de produits de mer de renforcer leur réglementation sur le contrôle des aliments et deviennent de plus en plus exigeants sur les produits de pêche en raison de la pollution des écosystèmes aquatiques engendrée par des eaux usées rejetées sans traitements préalables et des pollutions accidentelles.

Le poisson est également consommé à l'état frais. En effet, le poisson frais est l'élément le plus important aussi bien sur les marchés locaux qu'internationaux. Il est impossible d'obtenir un produit sain et de produit à base de poisson si l'opérateur n'utilise pas un poisson frais comme matière première. Ce concept de base est nécessaire pour que les marchés en produits de la mer soient approvisionnés en produits de bonne qualité.

Les poissons sont caractérisés par une diversité d'espèces très importante. Pour comprendre la complexité des mécanismes d'altérations, il faut ajouter à cette variabilité des substrats l'hétérogénéité des microflore bactériennes dont la composition est essentiellement liée à l'origine des poissons et à leur environnement. Les premiers changements survenant post mortem dans le poisson sont dus aux enzymes tissulaires et digestives et à l'oxydation des lipides, c'est ensuite le développement bactérien qui est le responsable essentiel de la dégradation du poisson. L'altération met en jeu un ensemble de

## **Introduction**

---

processus microbiologiques, chimiques et physiques. Plusieurs approches permettent d'évaluer le niveau d'altération ou de fraîcheur de poisson. Elles sont d'ordres sensoriels, microbiologiques et chimiques.

La fraîcheur est un paramètre déterminant de la qualité sanitaire du poisson. S'agissant d'une matrice très altérable, l'évaluation objective de sa fraîcheur est essentielle pour les opérateurs de la filière mais également pour les services d'inspection. Il convient donc de disposer d'outils performants pour déterminer précisément le niveau d'altération. L'objectif est de proposer une méthode qui permet de déterminer la qualité des poissons de manière fiable et objective dès les premiers stades d'altération.

Dans un premiers temps, nous allons étudier les espèces qui feront l'objet d'un contrat on a fait notre travail de control organoleptique (chapitre I), puis l'état des connaissances sur la qualité en général du poisson de fait de sa composition particulière (Chapitre II) sera présenté, ainsi que les changements (sensoriels, autolytiques, microbiologiques, lipidiques) post-mortem du poisson influençant sa qualité (Chapitre III). Dans un second temps, les différentes méthodes (sensorielles, physiques, microbiologiques, chimiques et biochimiques) de caractérisation de la qualité du poisson (Chapitre IV) seront passées en revue. Par rapport à toute ces méthodes déjà mise en place qui ont leurs qualités et leurs limites, nous avons décidé de développer l'étude des composés volatils de la chair du poisson parallèlement à des analyses sensorielles pour caractérisés la qualité du poisson. Une description détaillée sera exposés sur les composés volatils (Chapitre V) du poisson incluant leurs rôles sur le développement de l'arôme et de l'odeur du poisson, leurs structures, leurs fonctions chimiques et leurs provenances.

# Chapitre I : Présentation des espèces

### 1. **Dodrades royales :**

**Espèce :** Sparus aurata (Linné.1758)

**Synonymes :** - Sparus auratus (Linné.1758)

- Chrysophrys aurata (Valenciennes.1830)

**Nom F.A.O :** Dorade royale

**Noms locaux :** Dora (BS) ; Quadjoudj (AI)

Dorade (B, Gh, BH, Or, K, An)

**Taille maximale :** 75 cm. Commune ; 25-60cm.

**Engins de capture :** Chaluts ; palangres ; filets maillants ; harpons.

**Sexualité :** Hermaphrodite protandrique

**Période de reproduction :** Hiver

**Régime alimentaire :** carnivore (mollusques, moules, crustacés et poissons)

Fonds côtier (détritiques et lagune en été ; s'éloigne plus au large en

Automne jusque vers 150-200 m, les jeunes restants dans la zone côtière.

### **Description :**

- Corps ovale assez élevé et comprimé de couleur gris-argenté.
- Anneau doré entre les deux yeux.
- Grosse tache noire operculaire.
- Ligne noirâtre traversant la dorsale.
- Caudale bordée de noir.

## Partie bibliographique

---

- Quatre à six canines antérieures sur chaque mâchoire, avec deux à quatre rangées de molaires dont une à deux plus grandes.

### 2. La sardine :

**Espèce** : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

**Synonymes** : *Arengus minor* (Cornide, 1788)

**Nom F.A.O** : Sardine commune

**Noms locaux** : Serdine

**Taille maximale** : 25 cm

**Engins de capture** : Sennes ; sardinal ; chaluts.

**Sexualité** : Gonochorique.

**Période de reproduction** : Fin automne-Hiver

**Régime alimentaire** : Planctonophage

: Comportement pélagique ou semi-pélagique (forme des bancs plus ou moins épars de nuit, qui tendent à se regrouper près de fond de jour) sur tout le plateau continental (de la côte à environ 200m).

### Description :

- Coloration bleu sombre sur le dos avec des reflets verdâtres, argentée sur les flancs.
- Opercule strié.
- Une seule dorsale.
- Parfois présence de taches noires sur le dos.
- Ligne latérale non visible.
- Carène ventrale.

## Partie bibliographique

---

### 3. Allache :

**Espèce** : *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)

**Synonymes** : *Meletta mediterranea* (Valenciennes, 1847)

**Nom F.A.O** : Allache

**Noms locaux** : Latcha (Gh, BS, Or, BH, Al) ; Bouir, Latcha (B), Latecha,  
Latchoum (An).

**Taille maximale** : 33cm. Commun : 15 à 30cm.

**Engins de capture** : Sennes ; chaluts ; filets maillants.

**Sexualité** : Gonochorique.

**Période de reproduction** : Mi-juin à fin septembre.

**Régime alimentaire** : Planctonophage ; petits poissons.

**Habitat** : pélagique côtier formant des bancs plus ou-moins denses dans les  
estuaires.

#### **Description :**

- Coloration gris bleutée avec une bande dorée principale sur les flancs.
- Opercule non strié, échancré, marqué d'une tache noire.
- Une seule dorsale.
- Carène ventrale.
- Deux grandes écailles sur le pédoncule caudal

## Partie bibliographique

---

### 4. Loup de mer :

**Espèce :** Dicentrarchus labrax (Linné, 1758)

**Synonymes :** - Morone labrax (Linné, 1758)

-Labrax lupus (Cuvier, 1828)

**Nom F.A.O :** Bar européen

**Noms locaux:** Loup (Al); Gonfar (BS); Loup, Kaross (B); Karous (An); Liobarro (Gh);

Loup (BH, K).

**Taille maximale:** 100cm. Commun : 30 à 60cm.

**Engins de capture :** Chaluts ; filets maillants ; traines ; palangres ; lignes ; harpons.

**Sexualité :** Gonochorique.

**Période de reproduction :** Janvier à mars.

**Régime alimentaire :** Prédateur vorace, petits poissons en bancs et invertébrés.

**Habitat :** Eaux côtières peu profondes ; comportement semi-pélagique.

#### **Description :**

- Corps élancé.
- Coloration gris argenté, ponctuation sombre diffuse chez les jeunes seulement, avec des flancs-blanchâtres.
- Deux dorsales bien distinctes, la première à rayons durs, la deuxième présentant le premier rayon dur et court.
- Caudale légèrement échancrée.
- Tache noire sur le bord supérieur de l'opercule.

# Chapitre II : la qualité du poisson

Les tissus de la plus part des poissons et crustacés sont principalement composés d'eau, les protéines et les lipides. Dans la chair du poisson, ces constituants représentent environ 98%, et les autres constituants mineurs comprennent les glucides, les vitamines et les minéraux (Sikorski et *al*, 1990).

### 1. Les lipides

Les lipides de poisson se distinguent des lipides d'autres animaux ou de végétaux par leur forte teneur en acides gras polyinsaturés (AGPI) de la série des omégas 3. Ces acides gras possèdent des propriétés nutritionnelles recherchées et sont impliqués dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cancéreuses et inflammatoires (Rose et Connolly, 1999 ; Kamal-Eldin et Yanishlieva, 2002).

#### 1.1 Sites des dépôts lipidiques

Chez le poisson, il existe plusieurs sites de dépôts lipidiques dont les principaux sont, le foie, le muscle, le tissu adipeux péri viscéral et le tissu adipeux sous cutané (Sheridan, 1988).

**Tableau 1** : classification de quelques espèces de poissons en fonction de leur teneur en lipides dans les muscles (en g de lipides pour 100g de muscle).d'après Ackman (1994).

Poissons maigres (<2%)	Poissons à taux intermédiaires (4-8%)	Poissons gras (>8%)
-Cabillaud	-Limande	-Sardine
-Lieu noir	-Turbot	-Maquereau
-Merlan	-Sole	-Saumon

## Partie bibliographique

---

### 1.2 Nature des lipides

La teneur et la composition lipidiques des poissons varient avec l'âge, le cycle sexuel, l'alimentation et les facteurs environnementaux tels que la température et la salinité de l'eau (Corraze and Kaushik 1999).

### 2. Les protéines :

Les protéines des tissus musculaires du poisson peuvent être divisées en trois groupes :

\*les protéines structurelles (actine, myosine, tropomyosine et actomyosine), qui constituent de 70 à 80% de la teneur totale en protéines

\*les protéines sarcoplasmiques (myoalbumine, globuline et enzymes). Cette fraction représente de 25 à 30% des protéines,

\*les protéines du tissu conjonctif (collagène) qui constituent environ 3% des protéines chez les téléostéens et environ 10% chez les sélaciens.

**Tableau 2 :** Valeur biologique, pourcentage d'acides aminés essentiels de différentes protéines, d'après Braekkan (1976)

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

## Partie bibliographique

---

Le poisson est une excellente source d'acides aminés sulfurés (méthionine et cystéine) et peut par conséquent, améliorer de façon significative la valeur biologique dans des régimes basés essentiellement sur les céréales.

### 3. Les glucides

Les glucides peuvent aussi être divisés en trois groupes : les sucres (mono- et disaccharides), les oligosaccharides (3 à 9 monosaccharides), et les polysaccharides (plus de 9). La teneur en glucides dans le muscle du poisson est faible et influence les conditions de capture, qui peut conduire à l'épuisement des réserves de glycogène et ainsi à une diminution du niveau de glucide. Dans les conditions anoxiques post mortem, le glycogène continue d'être métabolisé, résultant de l'augmentation de l'acide lactique avec l'abaissement du pH (Mendel et al, 1954 ; Schulz et al, 2005).

### 4. Les vitamines et sels minéraux

La teneur en vitamine et sels minéraux est spécifique aux espèces et peut, varier selon la saison. En général, la chair du poisson est une bonne source de vitamines B et également, dans le cas des espèces grasses, de vitamines A et D., la chair du poisson est considérée comme une source appréciable de calcium et de phosphore en particulier mais également de fer, cuivre et sélénium. Les poissons d'eau de mer ont une forte teneur en iode. Les tableaux 3 et 4 donnent une liste des teneurs en vitamines et en éléments minéraux. A cause de la variation naturelle de ces éléments, il est impossible de donner des chiffres exacts.

## Partie bibliographique

**Tableau 3: Vitamines du poisson** (Maage et al, 1991).

Poisson	A (UI/g)	D (UI/g)	B <sub>1</sub> (thiamine) (mg/g)	B <sub>2</sub> (riboflavine) (mg/g)	Niacine (mg/g)	Acide pantho- thénique (mg/g)	B <sub>6</sub> (mg/g)
Filet de cabillaud	0-50	0	0,7	0,8	20	1,7	1,7
Filet de hareng	20-400	300-100	0,4	3,0	40	10	4,5
Huile de foie de morue	200-10000	20-300	...	3,4	15	4,3	...

**Tableau4: Quelques minéraux présents dans le muscle de poisson** (Maage et al, 1991).

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

Dans le poisson d'aquaculture, les taux des vitamines et sels minéraux sont censés refléter la composition en éléments entrant dans la nourriture de poisson bien que les données relevées doivent être interprétées avec beaucoup de précautions (Maage et al, 1991).

# Chapitre III : Changements post-mortem du poisson

Après la mort, la qualité initiale du poisson change. Plusieurs mécanismes, qui sont répertoriés dans ce chapitre, se produisent et engendrent la détérioration du poisson.

## 1. Les changements sensoriels

Les changements sensoriels sont ceux perçus par les sens, c'est-à-dire : apparence, odeur, texture et goût. Les premières modifications sensorielles du poisson pendant le stockage concernent l'apparence et la texture. Le goût caractéristique des espèces se développe normalement pendant les deux premiers jours de la conservation sous glaces.

Les changements le plus important est l'établissement de la *rigor mortis*. Immédiatement après la mort, le muscle est totalement détendu et la texture élastique et souple dure habituellement en quelques heures, après quoi le muscle se contracte. Quand il durcit, le corps se raidit et le poisson est alors en état de *rigor mortis*. Cet état dure habituellement un jour ou plus et alors la *rigor mortis* disparaît, ce qui détend le muscle à nouveau et le rend souple mais il n'est plus aussi élastique qu'avant la *rigor*. Le rapport entre l'apparition et la disparition de la *rigor* varie d'une espèce à une autre et est affecté par la température, la manutention, la taille et la condition physique du poisson

## 2. Les altérations autolytiques

Il a été établi, depuis de nombreuses années, qu'il existe au moins deux types d'altération du poisson : bactérienne et enzymatique. Uchiyama et Ehira (1974) ont montré que dans le cabillaud et l'albacore, les changements enzymatiques affectant la fraîcheur du poisson précédaient les changements de la qualité microbiologique et étaient sans rapport avec ceux-ci.

### 2.1 Production d'énergie post mortem dans le muscle

Au moment de la mort du poisson, l'apport d'oxygène dans le muscle est interrompu du fait que le sang n'est plus pompé par le cœur et ne circule plus à travers les branchies où il est enrichi en oxygène, dans le poisson vivant. Du fait qu'il n'y a plus d'oxygène disponible pour une respiration normale, la production d'énergie à partir d'aliments ingérés est très réduite. Le glycogène ou la graisse sont oxydés ou "brûlés" par les enzymes des tissus dans

## Partie bibliographique

---

une série de réaction qui, en phase ultime, produisent du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), de l'eau et un composé organique riche en énergie, l'adénosine triphosphate (ATP).

Dans des conditions d'anaérobiose, l'ATP peut être synthétisée selon deux autres voies importantes à partir de la créatine phosphate ou de l'arginine phosphate. Dans les deux cas, la production d'ATP cesse quand la créatine ou l'arginine phosphates sont épuisées.

### 2.2 Autolyse et catabolisme de nucléotide

La *rigor mortis* survient quand le niveau de l'ATP dans le muscle chute à 1,0 mmole/g. L'ATP n'est pas seulement une source d'énergie puissante nécessaire à la contraction musculaire chez l'animal vivant mais elle agit également comme agent plastifiant. La contraction musculaire en soi est contrôlée par le calcium et une enzyme l'ATP-ase que l'on trouve dans chaque cellule musculaire. Quand les niveaux intracellulaires de Ca<sup>2+</sup> sont > 1mM, l'ATP-ase activée par le Ca<sup>2+</sup> réduit la quantité de l'ATP musculaire libre, ce qui conduit à l'interaction entre les principales protéines contractiles, l'actine et la myosine. Ceci produit finalement la contraction du muscle, le rendant dur et inextensible. Un poisson en état de *rigor mortis* ne peut normalement pas être fileté ou traité car la carcasse est trop raide pour être manipulée et est souvent déformée, rendant impossible le traitement mécanique.

### 2.3 Autolyses et enzymes protéolytiques

De nombreuses protéases ont été isolées des muscles de poisson et les effets de la dégradation protéolytique sont souvent reliés à un ramollissement considérable du tissu. Un des effets les plus notables de la protéolyse autolytique est peut-être l'éclatement de l'abdomen chez les espèces pélagiques (poisson gras). L'autolyse accélérerait le développement des bactéries d'altération en fournissant un environnement favorable à leurs croissances (Aksnes et Brekken, 1988).

Botta et al. (1992) ont trouvé que l'autolyse de la cavité viscérale (éclatement abdominal) des harengs était d'avantage reliée à la manutention physique qu'à des facteurs biologiques comme la taille du poisson et les aliments dans les viscères.

## Partie bibliographique

---

### 2.3.1 Cathepsines

Bien que l'on ait découvert plusieurs enzymes protéolytiques dans les tissus du poisson, ce sont les cathepsines qui ont été le plus souvent décrites. Les cathepsines sont des protéases "acides" habituellement rassemblées dans des organites très petites - infra-microscopiques - appelées lysosomes. On pense que, dans le tissu vivant, les protéases lysosomiques sont responsables de la dégradation des protéines aux endroits lésés. Les cathepsines sont pour la plupart inactives dans les tissus vivants mais sont libérées dans les jus des cellules à la suite d'accidents physiques ou de congélation/décongélation post mortem du muscle.

### 2.3.2 Calpaines

Un second groupe de protéases intracellulaires appelées "calpaines" ou "calcium activated factor" (CAF) a récemment été associé à l'autolyse du muscle du poisson. On les trouve dans les viandes, les poissons à nageoires et les crustacés. Il est connu depuis près d'un siècle que la tendreté, probablement le critère le plus important pour la qualité de la viande rouge, est associée à sa maturation *post mortem*. Les calpaines seraient les premières responsables de l'autolyse *post mortem* de la viande par la digestion des protéines en Z des myofibrilles. Ces calpaines sont des endopeptidases intracellulaires nécessitant cystéine et calcium;. La plupart des calpaines sont actives au pH physiologique et il paraît donc raisonnable de suspecter leur importance dans le ramollissement du poisson pendant la conservation au froid. Alors que la dureté est rarement un problème dans du poisson non congelé, le ramollissement par autolyse est un sérieux problème diminuant sa valeur commerciale.

### 2.3.3 Collagénases

Jusqu'à présent, tous les changements autolytiques *post mortem* décrits ont concerné les changements à l'intérieur de la cellule musculaire elle-même. Cependant la chair des poissons téléostéens est divisée en blocs de cellules musculaires séparées en lamelles ou myotomes par un tissu conjonctif appelé myocomme. Chaque cellule musculaire ou fibre est enveloppée d'un tissu conjonctif qui se fixe au myocomme, aux extrémités des cellules, au moyen de fines fibrilles de collagène. Pendant la conservation au froid, ces fibrilles se

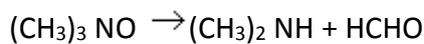
## Partie bibliographique

---

détériorer (Bremner et Hallett, 1985). Plus récemment, on a montré que des mesures instrumentales de la texture du muscle de truite réfrigérée diminuaient quand la quantité de collagène de type V était solubilisée, sans doute du fait de l'action autolytique des enzymes collagénases autolytiques (Sato *et al*, 1991).

### **2.3.4. Les altérations autolytiques pendant la conservation de poisson congelé**

La réduction de l'oxyde de triméthylamine (OTMA), un composé osmorégulateur dans de nombreux poissons téléostéens marins, est habituellement due à l'action bactérienne mais, dans certaines espèces le tissu musculaire contient une enzyme musculaire capable de dégrader l'OTMA en diméthylamine (DMA) et formaldéhyde (FA):



## **3. Changements biologiques**

### **3.1 Flore bactérienne de poisson vivant**

Les micro-organismes se trouvent sur toute la surface externe (peau et branchies) et dans les intestins des poissons vivants et fraîchement pêchés. Le nombre varie énormément allant de  $10^2$  à  $10^7$  UFC (unités formant colonies)/ $\text{cm}^2$  de surface de peau (Liston, 1980) et de  $10^3$  à  $10^9$  UFC/g de branchies ou d'intestins (Shewan, 1962).

La flore bactérienne du poisson fraîchement pêché dépend de l'environnement dans lequel il a été capturé, plus que de l'espèce de poisson (Shewan, 1977).

## Partie bibliographique

---

Tableau 5 : Flore bactérienne du poisson capturé dans des eaux propres non polluées

Gram-négative	Gram-positive
Pseudomonas	Bacillus
Moraxella	Clostridium
Acinetobacter	Micrococcus
Shewanellaputrefaciens	Lactobacillus
Flavobacterium	coryneforms
Cytophaga	
Vibrio	
Photobacterium	
Aeromonas	

### 3.2 Invasion microbienne

La chair du poisson sain, vivant ou fraîchement pêché est stérile car le système immunitaire du poisson empêche les bactéries de se multiplier et proliférer. A la mort du poisson, le système immunitaire s'effondre et les bactéries peuvent proliférer librement.

Le poisson s'altère à des vitesses très variables. Certains auteurs expliquent ce fait par des différences dans les propriétés de la surface du poisson. Les peaux des poissons ont des textures très différentes.

L'altération résultant davantage de la diffusion des bactéries de la cavité abdominales et des branchies plutôt que celles de la peau, la vitesse d'altération est liée à la nature de ces bactéries et à la spécificité des matrices.

### 3.3 Evolutions de la microflore au cours du stockage et l'altération par rapport aux organismes spécifiques d'altération

Pendant la conservation sous glace, les bactéries vont doubler pratiquement chaque jour et, après 2 à 3 semaines, elles auront atteint  $10^8 - 10^9$  UFC/g de chair ou par  $\text{cm}^2$  de

## Partie bibliographique

peau. Pendant la conservation à température ambiante, elles atteignent près de  $10^7 - 10^8$  UFC/g en 24 heures. Les bactéries des poissons capturés dans les eaux tropicales passeront souvent par une phase de latence de 1 à 2 semaines si le poisson est conservé sous glace, après quoi la croissance exponentielle commence. Au cours de la dégradation, le niveau bactérien des poissons tropicaux est semblable à celui observé sur les espèces de poisson des eaux tempérées (Gram 1990 ; Gram et al, 1990).

La composition de la microflore varie également de façon très importante pendant le stockage. Ainsi, dans la conservation sous glace en aérobiose, la flore est composée presque exclusivement de *pseudomonas spp.* et *S. putréfaciens* après 1 à 2 semaines. Ceci serait dû à leur temps de génération relativement court à basse température (Morita, 1975 ; Devaraju et Setty, 1985) et se vérifie pour toutes les études menées sur du poisson qu'il soit tropical, ou d'eau tempérées. A température ambiante (25°C), la microflore au stade de l'altération est dominée par les mésophiles, notamment des *vibrionaceae*, et par des *Enterobacteriaceae* si les poissons sont pêchés dans des eaux polluées.

Une distinction claire doit être réalisée entre les termes « flore totale » et « bactéries d'altération » car la première décrit simplement les bactéries présentes dans le poisson quand il s'altère tandis que la seconde constitue le groupe spécifique qui produit les odeurs et les goûts désagréables associés à la dégradation. Chaque espèce possède une microflore d'altération spécifique dont le niveau sera en rapport avec la durée de conservation (Figure 1).

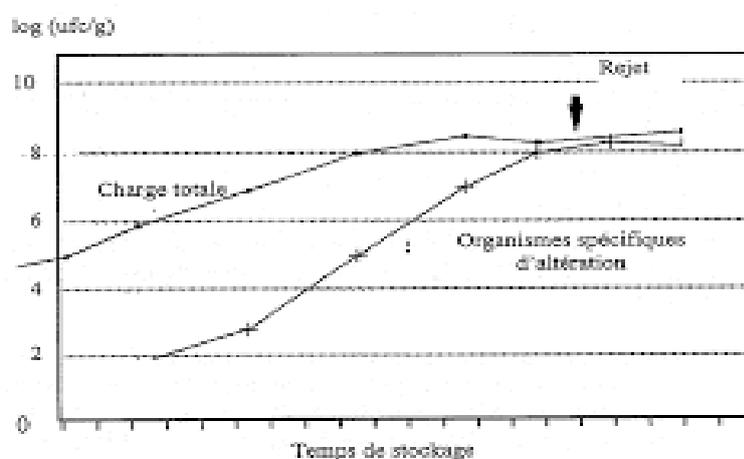


Figure 1 : Evolution de la flore totale et des bactéries spécifiques d'altération au cours de la conservation (Dalgaard, 1993)

## **Partie bibliographique**

---

Dalgaard (1993) a isolé des bactéries au moment du rejet sensoriel. Des cultures bactériennes pures ou en mélanges sont étudiées dans des substrats de poisson et classées en fonction de leur potentiel d'altération, c'est-à-dire leur capacité à produire des changements sensoriels (odeurs indésirables) et chimiques typiques du produit altéré. Enfin, les souches sélectionnées sont testées pour évaluer leur pouvoir d'altération, c'est-à-dire pour vérifier si leur taux de croissance et leur production qualitative et quantitative d'odeurs indésirables sont similaires aux mesures effectuées sur les produits altérés.

Le tableau 6 donne un aperçu des bactéries spécifiques d'altération du poisson frais conservé sous glace et à température ambiante.

## Partie bibliographique

Tableau 6 : Microflore dominante et bactéries d'altération identifiées sur du poisson blanc frais (cabillaud) au moment de son altération (Huss, 1994).

Température de stockage	Atmosphère d'emballage	Microflore dominante	Organismes spécifiques d'Altération
0°C	Aérobie	Psychrotrophes Gram-négative, bâtonnets incapables de fermentation ( <i>Pseudomonas Spp.</i> , <i>S. putrefaciens</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Acinetobacter</i> )	<i>S. putrefaciens</i> <i>Pseudomonas</i>
	Vide	Bâtonnets Gram-négatifs ; psychrotrophes ou à caractère psychrophile ( <i>S. putrefaciens</i> , <i>Photobacterium</i> )	<i>S. putrefaciens</i> <i>P. phosphoreum</i>
	Emballage sous atmosphère modifiée (EAM)	Bâtonnets capables de fermentation Gram-négatifs à caractère psychrophile ( <i>photobacterium</i> )	<i>P. phosphoreum</i>
		Bâtonnets psychotrophes incapables de fermentation (1 à 10% de la flore, <i>Pseudomonas</i> , <i>S. putrefaciens</i> ) Bâtonnets Gram-positifs (bactéries lactiques)	
5°C	Aérobie	Bâtonnets psychrotrophes Gram-négatifs ( <i>Vibrionaceae</i> , <i>S.putrefaciens</i> )	<i>Aeromonas spp.</i> <i>S. putrefaciens</i>
		Bâtonnets psychotrophes Gram-négatifs ( <i>Vibrionaceae</i> )	<i>Aeromonas spp.</i> <i>S. putrefaciens</i>
	Vide		
	EAM	Bâtonnets capables de fermentation masophyles Gram-négatifs ( <i>Vibrionaceae</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> )	<i>Aeromonas spp.</i> Mobile ( <i>A.hydrophila</i> )
20/30°C	Aérobie		

## Partie bibliographique

---

### 3.4. Chargements biochimiques produits par le développement bactérien durant la conservation et l'altération

La comparaison des composés chimiques se développent dans le poisson au cours de sa dégradation naturelle et dans le poisson stérile elle a montré que la plupart des composés volatils sont produits par les bactéries (Shewan, 1962). Ceux-ci comprennent la triméthylamine, les composés soufrés volatils, les aldéhydes, les cétones, esters, et autres produits de faible poids moléculaire.

### 4. Les changements au niveau des lipides

Comme expliqué dans le chapitre précédent, les lipides du poisson sont connus pour leurs qualités nutritionnelles et leurs bienfaits sur la santé humaine. Cependant, les acides gras polyinsaturés sont très sensibles aux réactions d'oxydation. L'hydrolyse et l'oxydation sont les principales voies d'altérations des lipides au cours de la conservation et de la transformation des poissons. Ces modifications affectent la qualité physico-chimique et sensorielle du poisson.

#### 4.1. La lipolyse

La lipolyse intervient au sein des muscles de poisson pendant la phase *post mortem* et est associée à la dégradation du muscle de poisson au cours de la transformation et de la conservation (Shewfelt, 1981).

L'hydrolyse des lipides est principalement le fait d'enzymes lipolytiques tissulaires. Chez le poisson, il s'agit des lipases (EC 3.1.1.3) et de la phospholipase A2 (EC 3.1.1.4) et la phospholipase B (EC 3.1.1.5). Les lipases hydrolysent les liaisons esters des glycérides et libèrent à partir des triglycérides (TG) des acides gras (AGL), des glycérides (DG) et des monoglycérides (MG). La phospholipase A2 hydrolyse la liaison ester en position 2 du glycérol. La phospholipase B attaque la liaison ester en position 1 ou 2 du glycérol. La phospholipase A isolée du muscle de lieu noir (*Pollachius virens*) présente une activité optimale à 37-42°C et à pH 8.5-9 (Audley et al. 1978). Ces activités enzymatiques dépendent du site de dépôt lipidique, elles sont plus importantes dans le muscle rouge que dans le muscle blanc de la sardine (Shewfelt 1981 ; Hwang et Regenstein, 1993). Ces enzymes sont très actives entre -4°C et 4°C (Aubourg et al. 1998 ; Aubourg et al, 1998). L'hydrolyse des

## Partie bibliographique

---

lipides au sein de la chair de sardine réfrigérée (2-3°C) sous vide durant 15 jours conduit à la formation quantitative d'acide gras libres, de 1,2-diglycérides, de lysophosphatidylcholine et lysophosphatidyléthanolamine (Hwang et Regenstein 1993). Bien que l'activité des phospholipases diminue après 7 jours de stockage sous glace (2-3°C) l'activité des lipases continue au-delà de 15 jours (Hwang et Rengestein, 1993 ; Aubourg, Medina et *al.* 1998). L'activité lipolytique, bien que faible, persiste lors de la conservation à l'état congelé. Ainsi, des acides gras sont libérés après au moins 300 jours de conservation à -18°C des filets et de la chair de Merlu blanc du Cap (*Merluccius capensis*) (De Koning et Mol, 1990). Plus les températures de conservation sont basses, plus la cinétique de formation des acides gras libres est ralentie. Ainsi cette cinétique est plus rapide au cours de la conservation à -5°C par rapport à une conservation à -18°C. Bien que la cinétique de formation des acides gras libres soit faible à -40°C de la chair de merlu blanc du Cap (De Koning et Mol, 1990). Ces enzymes sont inactivées par la cuisson (Hwang et Rengestein, 1993).

Les travaux de Han et Liston (1987) réalisés sur des microsomes de muscle de truite arc-en-ciel (*Salmo gairdnerii*) suggèrent l'existence d'une corrélation entre l'oxydation des lipides et l'activité de la phospholipase A2. D'après Aubourg (2001 ; 2001a), les acides gras libres ont un effet pro-oxydant sur les lipides de poisson.

Ces réactions de lipolyse induisent une dégradation de la qualité du produit (Shewfelt, 1981). L'hydrolyse enzymatique des lipides neutres joue un rôle clef dans la détérioration des propriétés sensorielles du saumon au cours de son stockage à l'état congelé (Refsgaard et *al.*, 2000).

De plus, les acides gras libres provenant de l'activité de ces enzymes interagissent avec les protéines favorisant leur dénaturation et conduisent à l'altération du produit (Dyer et Fraser 1959).

### **4.2. L'oxydation des lipides :**

La stabilité du muscle vis-à-vis de l'oxydation dépend de la localisation, de la composition, de la concentration et de la réactivité de trois facteurs : les substrats, catalyseurs de l'oxydation et les antioxydants (Decker et Xu, 1998). Au niveau des tissus vivants, il existe des mécanismes naturels de contrôle de l'oxydation afin de prévenir la destruction oxydative des lipides membranaires, des protéines et des acides nucléiques.

## Partie bibliographique

---

Ainsi, il existe une régulation des systèmes prooxydants et antioxydants qui permet de maintenir la balance entre les facteurs impliqués dans les réactions d'oxydation. La régulation des facteurs pro et anti oxydants est perturbée à la mort de l'animal et durant le stockage et la transformation des muscles. Ce dérèglement induit des changements des propriétés biochimiques du muscle (Hultin, 1994). Ces modifications sont caractérisées notamment par une augmentation de la teneur en fer libre (Decker et Hultin, 1990), une activation des protéines héminiques (Kanner et al, 1987), la dégradation des membranes (Huang et al, 1993). Ces différents facteurs favorisent le développement des réactions d'oxydation qui induisent la dégradation des propriétés biochimiques, organoleptiques et nutritionnelles de l'aliment (Frankel, 1998).

Les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux. Il s'agit de facteurs intrinsèques tels que la composition en acides gras des lipides (nombre et position des insaturations). La présence de prooxydants (hème, ions métalliques, enzymes) ou d'antioxydants naturels (tocophérols, caroténoïdes...) et des facteurs externes tels que la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau, les conditions de stockages et de transformation (Hsieh et al, 1989).

### 4.2.1 Mécanismes généraux de l'oxydation des lipides

L'oxydation des lipides peut résulter de plusieurs voies réactionnelles en fonction du milieu et des agents initiateurs :

- L'auto-oxydation catalysée par la température, les ions métalliques, les radicaux libres
- La photo-oxydation, initiée par la lumière en présence de photo sensibilisateurs
- L'oxydation enzymatique initiée par la lipoxygénase.

#### a- L'auto oxydation

L'oxydation des lipides est une réaction auto-catalytique. Il s'agit d'un enchaînement de réactions radicalaires se déroulant en trois étapes (Figure 3). Une première réaction produit un radical libre par élimination d'un hydrogène de l'acide gras (initiation). Puis les réactions s'enchaînent pour produire plusieurs radicaux libres (propagation) qui se combinent pour former des composés non radicalaires (terminaison).

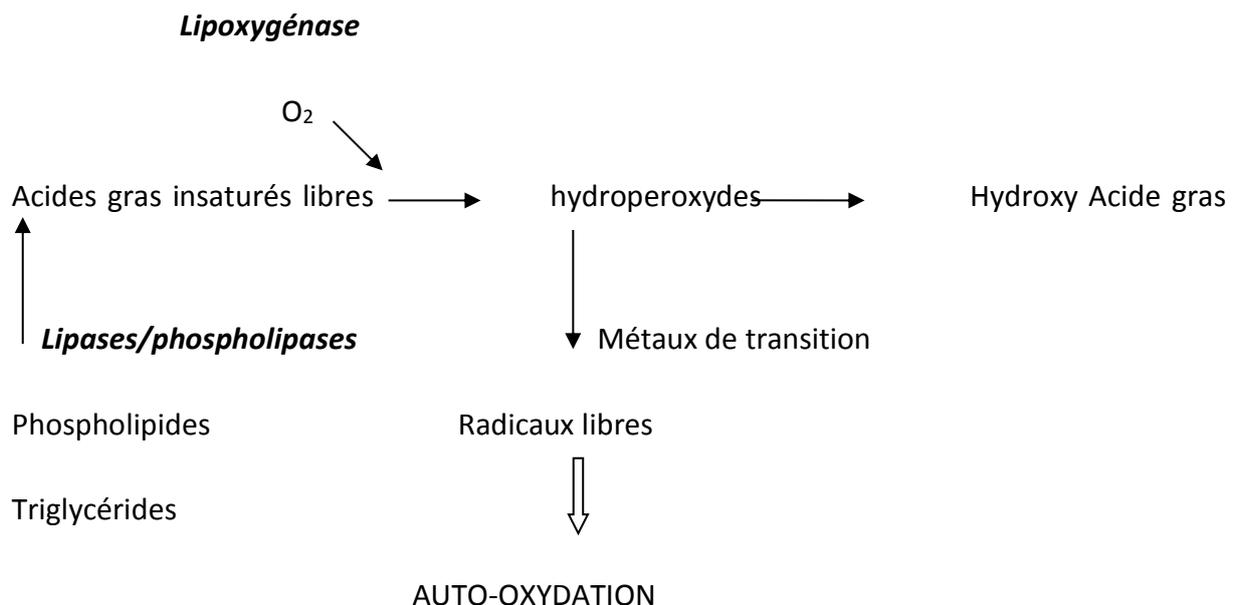
## Partie bibliographique

### b. Photo-oxydation

La photo-oxydation est une voie importante de production d'hydroperoxydes en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photosensibilisateurs tels que les hémoprotéines ou la riboflavine (Hultin, 1992). Les photosensibilisateurs (Sens) absorbent l'énergie lumineuse et passent à l'état triplet excité (Sens<sup>3</sup>) (Hultin, 1994). Les photosensibilisateurs interviennent dans l'oxydation des lipides selon deux types de mécanismes (Frankel 1998).

### c. Voie enzymatique

Le phénomène d'oxydation des acides gras insaturés peut être d'origine enzymatique. Les deux enzymes principalement impliquées sont la lipoxygénase et la cyclooxygénase (Hultin, 1994). La lipoxygénase catalyse l'insertion d'une molécule d'oxygène sur un acide gras insaturé selon une réaction stéréospécifique et aboutit à la formation d'hydroperoxydes. Elle agit spécifiquement sur les acides gras non estérifiés. Son activité est donc souvent couplée avec celle des lipases et phospholipases (Figure 2).



**Figure 2 : Mécanisme d'initiation de la peroxydation des lipides par l'activité lipoxygénasique (Germa et al. 1985)**

L'oxydation enzymatique se produit même à basse température. Durant le stockage à l'état congelé l'activité enzymatique est très faible. Cependant, une fois la décongélation

## Partie bibliographique

---

amorcée et des températures de 0°C à 4°C atteintes, il semblerait que cette activité reprenne et s'accroisse (Frankel, 1998). Cette activité lipoxygénasique et surtout présente au niveau des branchies et de la peau du poisson (Germa et al, 1985).

Au cours de la période *post mortem* et de la transformation des poissons, des lipoxygénases seraient libérées par la peau et généreraient des hydroperoxydes de lipides au sein des muscles (Rhee, 1988). Ces hydroperoxydes participeraient à l'initiation et à la propagation de l'oxydation. Cette voie enzymatique de peroxydation nécessite la présence de cofacteurs et un pH situé entre 6 et 7 dans le cas des muscles de poisson (Rhee, 1988).

Les lipoxygénases du poisson sont inactivées à des températures supérieures à 60°C, pour lesquelles l'oxydation non enzymatique est favorisée. Ces enzymes peuvent être inhibées par des tocophérols (vitamine E) qui sont des antioxydants naturels.

### 4.2.2 Les initiateurs de l'oxydation des lipides

La phase d'initiation de l'oxydation des lipides peut être déclenchée par plusieurs facteurs :

Les formes activées de l'oxygène, les enzymes, les métaux ou la chaleur (Hsieh et Kinsella 1989 ; Hultin, 1994 ; Frankel, 1998).

### 4.2.3 Produits formés au de l'oxydation des lipides

L'oxydation des lipides de poisson conduit à la formation de produits primaires : hydroperoxydes, radicaux libres, diènes conjugués, très instables et rapidement décomposés en produits secondaires : aldéhydes, alcools, cétones. Ainsi, lors du développement des réactions d'oxydation vont successivement apparaître les produits primaires et secondaires de l'oxydation.

#### a. Produits primaires

Des radicaux libres sont formés au cours des phases d'initiation et de propagation de la réaction d'oxydation des lipides. Ces radicaux très instables et très réactives sont des composés cytotoxiques susceptibles d'induire des altérations des molécules d'ADN (Kanazawa et al, 2000) et des protéines. Les diènes conjugués, se forment par réarrangement des doubles liaisons du radical lipoylé des acides gras polyinsaturés. Les

## Partie bibliographique

---

hydroperoxydes sont des produits intermédiaires de l'oxydation des lipides sans odeur spécifique, ils se décomposent rapidement. Ce sont les précurseurs des composés volatils.

### **b. Produits secondaires**

La scission des produits primaires de l'oxydation conduit à la formation de composés secondaires souvent volatils. Ces composés sont responsables des odeurs propres aux poissons. Les poissons frais sont caractérisés par une odeur d'herbe coupée, caractéristiques des composés carbonylés et des alcools issus de la dégradation des acides gras polyinsaturés probablement par voie enzymatique (Josephson et *al*, 1984).

Une grande variété de composés carbonylés (aldéhydes, cétones, alcools) caractérise les odeurs des lipides oxydés des poissons. Il s'agit notamment de l'hexanal caractéristique de la note « herbe coupée », du 1-octen-3-ol 1,5-octadien-3-one qui ont une note « champignon ».

Ce sont ces produits secondaires volatils qui vont nous intéresser dans notre objectif de caractérisation la qualité du poisson avec une approche chimique.

### **c. Produits d'interaction entre les produits d'altération des lipides et des protéines**

Les hydroperoxydes et les produits secondaires issus de l'oxydation des lipides interagissent avec les protéines et les acides aminés. Ces interactions ont un impact important sur la dégradation des protéines fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles des aliments (Pokorny, 1977). La nature de ces interactions dépend du stade de l'oxydation des lipides c'est-à-dire de la teneur en hydroperoxydes ou en produits secondaires (Ladikos et Lougivois, 1990).

Les hydroperoxydes sont très réactifs avec les groupements aminés et sulphydryles des protéines. La réaction d'un peroxyde avec un groupe  $\alpha$ -aminé conduit à la formation d'un aldéhyde tandis que la réaction d'un hydroperoxyde avec un groupe  $\epsilon$ -aminé libre d'une lysine conduit à la formation d'une imine. Les modifications chimiques induites par les interactions entre les hydroperoxydes de lipides et les protéines se traduisent par des polymères protéine-protéine, des produits d'addition lipide-protéine, et des dégradations

## Partie bibliographique

---

des acides aminés plus particulièrement lysine, cystéine, méthionine, tryptophane (Gardner, 1979).

### 4.3 Altération des lipides lors de la conservation

L'altération des lipides est favorisée au cours des procédés de conservation et de transformation des muscles de poisson. La dégradation des antioxydants naturels, l'activation de catalyseurs et les autres mécanismes d'altération *post mortem* interviennent rapidement au sein du muscle de poisson.

#### 4.3.1 Conservation sous glace de la matière première

Les produits de la mer sont des denrées très périssables et nécessitent une rapide réfrigération afin de limiter leur altération. Il est recommandé de les consommer et de les transformer rapidement après capture afin de limiter le développement bactérien et l'apparition d'odeur désagréable. Leur durée de vie varie en fonction des espèces considérées et dépend de la température de conservation et de l'état initial du poisson. La qualité initiale du poisson dépend de ses habitudes alimentaires, des conditions de croissance, de la saison, des conditions de pêche comme par exemple l'écrasement en fond de chalut ou de cale (Garthwaite, 1992).

Après la mort des poissons, les lipoxygénases seraient libérées par la peau et génèrent des hydroperoxydes de lipides au sein des muscles (Rhee, 1988). Ces hydroperoxydes participent à l'initiation et à la propagation de l'auto-oxydation. Cette voie de peroxydation enzymatique nécessite la présence de cofacteurs tels que le NADH et un pH optimal situé entre 6 et 7 dans le cas des muscles de poisson (Rhee, 1988).

Au cours de la conservation à l'état réfrigéré ou sur glace différentes réactions biochimiques ont lieu induisant la formation d'amines et d'hypoxanthine, d'acides gras libres, de composés volatils, et des modifications physico-chimiques du muscle (Nunes et al, 1992 ; Nunes et al, 1992). Les mécanismes de dégradation des lipides au cours de la conservation des poissons font intervenir la voie enzymatique de l'oxydation par les lipoxygénases mais également les réactions d'oxydation catalysées par des facteurs tels que les métaux et les pigments héminiques. L'activité enzymatique de la 12-lipoxygénase est très élevée au cours des premières 24 heures de conservation sous glace de la sardine puis diminue fortement

## **Partie bibliographique**

---

par la suite tandis que l'activité de la 15-lipoxygénase diminue de 50% en moins de 24 heures de conservation sous glace (Medina et *al*, 1999). Les protéines héminiques présentent une forte activité pro-oxydante au cours de la conservation des poissons sous glace (Richards et *al*, 1998).

# Chapitre IV : Méthodes de contrôle de la fraîcheur de poisson.

Pour apprécier la qualité des produits de la mer, de nombreux facteurs sont pris en considération. Tout d'abord leur innocuité est primordial, tout poisson, coquillage, crustacé qui renferme des toxines, des métaux lourds en quantité supérieure aux normes ou qui est contaminé par des produits pétroliers ou radioactifs est rejeté. D'autre part, les propriétés nutritionnelles particulières aux poissons, par exemple leur faible taux lipidiques lié à une teneur élevée en acide gras polyinsaturés font que leur consommation est souvent recommandée par les diététiciens.

Ces paramètres importants de l'évaluation de la qualité ont déjà fait l'objet de nombreuses publications et ne seront pas abordés ici. Aujourd'hui, nous allons nous attacher à d'autres critères essentiels, d'un point de vue consommateur, à savoir les méthodes actuelles d'évaluation de la fraîcheur du poisson et celles permettant d'authentifier les produits mis en marchés.

### 1. Méthodes sensorielles

Les méthodes sensorielles reposent sur l'évaluation de critères d'aspect, d'odeur, de texture et de goût des produits. Plusieurs échantillons sont soumis à un groupe de personne entraînées (juges) qui doivent donner leurs avis sur des caractéristiques précises.

En Europe, la méthode la plus utilisée est le tableau de cotation européen présenté dans la directive européenne 2406\96. Quatre catégories de fraîcheur y sont établies : E, A, B, et C correspondant aux différents niveaux d'altération. La catégorie E (extra) correspond au niveau de qualité le plus élevé, alors qu'au-dessous de B, le poisson est considéré comme non comestible. Aujourd'hui, de nouveaux systèmes d'évaluation, plus rapide ; plus performantes, sont utilisés pour différentes espèces dont :

- la méthode QIM (Quality Index Method) : il s'agit d'un système de cotation des défauts du poisson cru (plus la note est élevée, moins le poisson est frais). L'addition des notes obtenues pour chaque critère donne un score sensoriel global appelé l'index de qualité (QI). Pour plusieurs espèces, des courbes de calibration ont été

## Partie bibliographique

---

établies. Le grand intérêt de cette méthode est de pouvoir estimer la durée de vie restante d'un produit conservé sous glace grâce à son Index de Qualité. De nombreuses tables de cotation QIM ont été développées pour différentes espèces. La morue, l'églefin, le sébaste, le lieu noire, la crevette, le saumon, la barbue, la plie, la sole, le turbot et le hareng sont inclus dans une version informatisée, développée dans le cadre du projet « développement et mise en œuvre à un système d'évaluation sensorielle informatisé (QimIT) pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson (CRAFT FAIR FA-S2-9063). Des tables de cotations ont été développées pour d'autres espèces telles que le maquereau, le chinchard, la sardine, et la dorade royale.

- L'échelle de la Torry : il s'agit d'un système de cotation de la qualité du poisson cuit (plus la note est élevée, plus le poisson est frais). Il existe trois tableaux de cotation de la Torry (critères, qualificatifs et notes associées) correspondant à trois groupes d'espèces : les poissons maigres, semi-gras et gras. (Infremer-Avril2009-v1-fiche réalisée pour Bibliomer et le centre de ville des produits aquatiques <http://www.bibliomer.com/http://veilleproduitsaquatiques.com>)

### 2. Méthodes physiques

Les méthodes physiques reposent sur la mesure des changements physiques du muscle après la mort du poisson.

- Mesures de texture : la texture peut être mesurée par différentes méthodes, par exemple :
  - résistance au cisaillement : force nécessaire pour couper un échantillon en deux par exemple.
  - aptitude à la déformation par compression : compression d'un échantillon avec un piston et obtention de la courbe de relation contrainte-tension.
  - Test de pénétration : enfoncement d'un piston dans la chair jusqu'à la rupture ou perforation.
- Mesures des propriétés électriques : après la mort du poisson, la résistance électrique (R) et la capacité des tissus (C) diminuent suite à la destruction des membranes cellulaires. La mesure de la combinaison de C et de R donne, par

## Partie bibliographique

exemple, de très bonne corrélation avec des indices de fraîcheur. Plusieurs types d'outils commerciaux permettent de mesurer ces propriétés électriques sur le poisson entier.

- Analyse d'image : cette méthode est basée sur l'évaluation de l'apparence de la peau et de la surface des filets. Les images sont analysées en fonction de leur couleur, de l'opacité du muscle et de l'épaisseur des fibres musculaires en surface du filet.
- Mesures spectroscopiques : ces méthodes sont nombreuses et variées : spectroscope du visible, proche infrarouge, à fluorescence,...le muscle du poisson absorbe les composés de la lumière de façon très différente en fonction de sa composition et de son état (présence de différentes molécules organiques, degrés d'hydratation, coagulation...).
- Nez électroniques : ce sont des systèmes de multicateurs permettant détecter les substances volatiles. Les résultats obtenus sont très dépendants de la base de données existante et des capteurs.

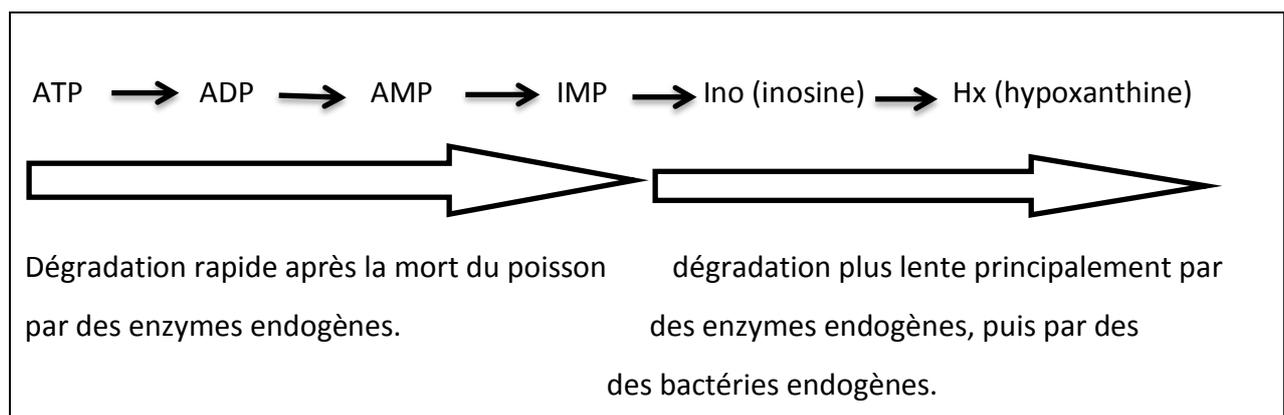
(<http://www.bibliomer.com/>)

### 3. Méthodes chimiques

Les méthodes chimiques reposent sur le dosage d'un ou plusieurs composés reflétant l'altération du produit. Plusieurs molécules ou groupes de molécules peuvent servir d'indicateurs d'altération mais ne conviennent pas forcément pour tout type de produit, de conservation ou de conditionnement.

- Les catabolites de nucléotides :

Les catabolites de nucléotides sont les molécules issues de la dégradation des nucléotides. Le suivi de la dégradation de l'ATP permet d'apprécier la fraîcheur des produits de la mer.



**Figure 3** : le schéma de dégradation des nucléotides.

## Partie bibliographique

---

Le schéma de dégradation des nucléotides est le même dans tous les poissons mais la vitesse des réactions varie. En 1959, Saito et al ont proposé d'utiliser le facteur K comme indice de fraîcheur. Il prend en compte l'évolution des concentrations des différents catabolites de l'ATP. Plus le facteur K est élevé moins le poisson est frais.

Cependant, ce facteur est influencé par de nombreux paramètres : les méthodes d'abattage, les conditions de manutention et la température d'entreposage.

- L'Azote Basique Volatil Total (ABVT) : NH<sub>3</sub>, TMA, DMA, amines volatiles :

L'azote Basique Volatil Total résulte de la dégradation de l'OTMA (oxyde de triméthylamine) et des protéines par l'action de bactéries ou d'enzymes présentes dans le poisson. Il est utilisé pour évaluer l'altération de la chair de poisson cru.

- Les amines biogènes :

Ces molécules sont produites par la décarboxylation d'acides aminés suite à l'action de certaines bactéries en milieu. Malgré la bonne corrélation entre teneur en amines biogènes et altération sensorielle, elles ne sont pas utilisées en routine pour évaluer la qualité des produits de la mer. Par contre, pour des raisons de sécurité sanitaire, les teneurs en histamine dans certains produits de la mer sont réglementées. Certains amines biogènes peuvent constituer des indicateurs de qualité pour la crevette. En 2004, Benner et al ont proposé putrescine comme indicateur chimique potentiel pour l'évaluation de la dégradation des crevettes pénéides (*Litopenaeus* sp.).

- Le pH :

Le pH est aussi un paramètre important 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 post mortem varie de 5.5 à 7.1 suivant la saison, les espèces et d'autres facteurs (Haard, 2002). Un pH est utilisé comme un indicateur de stress au moment de l'abattage de beaucoup d'animaux. Un pH initial faible est associé avec une augmentation de stress à l'abattage (Morzel et Van de Vis, 2003 ; Özagul et al, 2005). Est causé par la diminution des réserves énergétiques, principalement le glycogène, avec la production de lactate. Puisque l'activité des enzymes dépend du pH, il affecte les réactions qui se déroulent pendant le stockage du poisson. Un pH relativement faible peut entraîner une diminution des liaisons d'eau dans les myofibrilles,

## Partie bibliographique

---

affectant la diffusion de lumière et l'apparence du poisson. Un pH faible favorise aussi l'oxydation des myoglobines des lipides (Haard , 2002).

- Autres indicateurs chimiques :

Il existe d'autres indicateurs chimiques (éthanol, indole, produits d'oxydation des lipides ...) mais ils sont peu ou pas employés en routine.

Les méthodes chimiques sont objectives mais tous les critères ne sont pas applicables à toutes les espèces. Certain paramètres de traitement et de conservation peuvent aussi influencer les résultats.

### 4. Méthodes microbiologiques

Les méthodes microbiologiques reposent sur le dénombrement de germes d'altération. Les bactéries recherchées diffèrent en fonction du groupe considéré (poisson, coquillage ou crustacés).

Pour les poissons fais conditionner sous atmosphère modifiée, la présence de photo bacteriumphosphoreum est plus particulièrement recherchée. Pour cela, il est possible de faire des mesures d'impédancemétrie. Cette technique consiste à mesurer la conductance d'un milieu liquide de croissance enrichi OTMA (favorisant la croissance de P.phosphoreum) et en CO<sub>2</sub> (inhibant le développement d'autres bactéries). La réduction bactérienne de l'OTMA en une molécule plus chargée (la TMA) va entraîner une augmentation de la conductance. Le temps de détection correspondant à une augmentation significative de la conductance permet de déterminer la quantité de bactéries présentes (en s'appuyant sur des courbes de callibration). En 2002, Dalgaard et al. Ont développé un logiciel de prédiction de la fraîcheur en fonction de critères microbiologiques, qui intègre différents modèles. Ce logiciel-nommé : Seafood Spoilage and SafetyPredictor-permet de prédire l'altération sensorielle de certains produits de la mer en fonction de la température de conservation, en se basant sur des mesures microbiologiques.

Le dénombrement de la flore mésophile totale sur milieu PCA (Plate Count Agar) à 30°C, utilisé en France jusqu'en 2004, a été supprimé par le règlement (CE) n°2073\2005 car il présentait de nombreuses faiblesses (il prenait en compte les nombreux germes capables de

## **Partie bibliographique**

---

croître dans le poisson - qui ne sont pas tous altérants – mais pas les bactéries d'altération vivant à des températures plus basses). (<http://sssp.dtuaqua.dk/> )

### Chapitre V: Composés volatils.

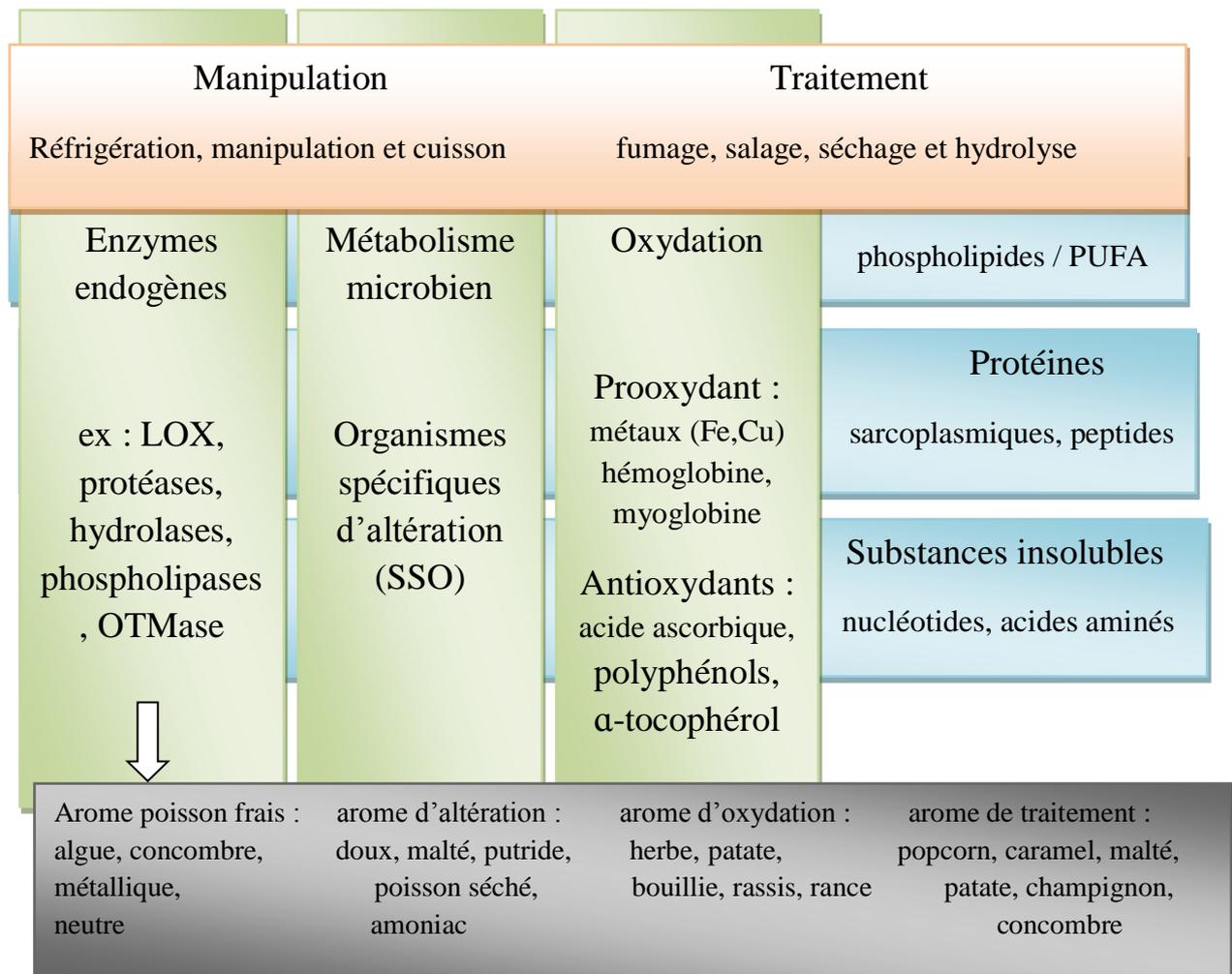
Les composés volatils jouent un rôle important dans les caractéristiques de qualité de l'odeur et de l'acceptabilité du consommateur au poisson. La compréhension du développement de l'odeur par des processus chimiques, biochimiques et microbiologiques dans le poisson est importante pour permettre de contrôler les différents facteurs intrinsèques qui influencent la formation de produits volatils d'altération et par conséquent la qualité du produit marin.

#### 1. Développement de l'arôme de poisson :

Un aperçu des changements durant la manipulation et le traitement influençant le développement de l'arôme dans le poisson est représenté dans la Figure 5. Initialement, les changements sont dominés par l'activité autolytique incluant la dégradation des nucléotides, la formation de gout, inosine active, l'accumulation de l'hypoxanthine (Hx), la diminution du pH et activité des enzymes endogènes, suivie par les procédés d'oxydation. Finalement, la prolifération des organismes spécifiques d'altération (SSO : specific spoilage organisms) résultent dans le développement des composés volatils, contribuant aux changements de l'altération et donc influençant la fraîcheur et la qualité du produit final de poisson réfrigéré (Botta, 1995 ; Huss, 1995 ; Gram and Dalgaard, 2002).

Il est bien établi que l'enzyme lipoxigénase (LOX) convertie les acides gras polyinsaturés en composés aromatiques volatiles qui permet le développement de l'arôme de plantes du poisson frais (Josephson et al. 1984 ; Hsieh et al. 1988). D'autres pro-oxydants, comme les hémoglobines et les myoglobines, sont aussi impliqués dans l'initiation de procédés oxydatifs du muscle de poisson (Richards et Hultin, 2002), conduisant à la formation de produits secondaires et aux mauvaises saveurs (Lindsay, 1990). La protéolyse joue un rôle critique dans le changement *post mortem*, entraînant des changements de texture indésirables dans le poisson. L'activité des enzymes endogènes influence aussi sur la détérioration du muscle du poisson (Delbarre-Ladrat et al, 2004).

## Partie bibliographique



**Figure 5 :** schéma des changements durant la manipulation et le traitement influençant le développement de l'arôme dans le poisson.

### 2. L'odeur de poisson :

La flaveur délicate du poisson est principalement due aux composés volatils et aux substances de goût actif dans la phase aqueuse, alors que les volatils résultants des lipides font varier la flaveur spécifique de différentes espèces de poisson. Le poisson fraîchement capturé contient peu de composés volatils et est pratiquement inodore.

Les différents types d'odeurs de poisson :

Olafsdottir et Fleurence (1997), cités par Hognadottir (1999), présentent la classification de)des principales catégories d'odeurs de poisson de Lindsay (1990):

\* odeurs de poisson frais

## Partie bibliographique

---

- \* odeurs de dégradation microbienne
- \* odeurs d'oxydation
- \* odeurs provenant de l'environnement
- \* odeurs dues au traitement (thermique, fumage, ..)

Les odeurs de poisson frais dominant durant les premiers jours après la pêche puis les produits d'oxydation et les métabolites microbiens prennent le dessus (Hognadottir, 1999). L'activité biochimique des microorganismes contaminateurs amenant la perte de la fraîcheur dépend de facteurs intrinsèques et extrinsèques comme la nature de poisson, la période de frais, les habitudes alimentaires, la température de l'eau, la méthode de pêche, la manipulation et les conditions de stockage (Guillén et Erreclade, 2002).

## Partie pratique

---

### V. Objectifs

Dans la plus part du temps le mot qualité se réfère à l'état de la fraîcheur ou au degré d'altération que le poisson a subi. Il peut aussi comprendre des aspects de sécurité tels que l'absence des bactéries et parasites pathogènes ou produits chimiques toxiques. Il est important de se souvenir que la notion de qualité implique des choses différentes pour des gens différents et que c'est un terme qui doit être défini en association avec le produit concerné.

L'objectif de notre travail est d'apprécier l'état de fraîcheur et le degré d'altération des poissons (poissons bleus et blancs) commercialisés au niveau de la wilaya de Boumerdes.

Pour cela, nous avons procédé à un examen organoleptique appliqué sur les produits de la mer disponibles au niveau des poissonneries de la wilaya pour connaître les principales causes responsables des altérations de ces produits. L'étude a été réalisée du mois de janvier au mois d'avril 2018.

### VI. Matériel et méthodes

#### 1. Choix des espèces des produits de la mer à inspecter

Nous avons choisi les espèces les plus commercialisées dans la wilaya de Boumerdes et qui appartiennent à la liste des espèces évaluées par le barème de cotation européen de fraîcheur :

Nous avons sélectionné

- Pour les poissons bleus : la sardine (*Sardina pilchardus*), et allache (*Sardina aurita*).
- Pour les poissons blancs : la daurade (*Sparus aurata*), et le loup de mer (*Dicentrarchus labrax*).

Un panel qualifié de 3 personnes sont chargés de faire un contrôle organoleptique au niveau de la poissonnerie de Cap-d'Or ce sont monsieur Stiti chef d'antenne de pêche au niveau de port de Cap-d'Or et ingénieur agronome et nous-même.

L'étude a été réalisée du mois de janvier au mois d'avril 2018.

## Partie pratique

---

Les visites de l'évaluation de l'état de fraîcheur sont effectuées entre 9h et 11h du matin, le nombre évalué pour chaque visite est de 4 caisses pour la sardine (*Sardina pilchardus*) et l'allache (*Sardina aurita*) et 12 pièces pour la dorade (*Sparus aurata*) et loup de mer (*Dicentrarchus labrax*) en moyenne.

## 2. Méthodes effectuées

### 1.2. Barème de cotation

#### Examen sensoriel

L'examen sensoriel utilisé dans le présent travail est basé sur la description de différents caractères retenus par le règlement du conseil N°103/76/CEE et selon le barème de cotation de fraîcheur du poisson défini par le règlement du conseil N°2406/96 CEE (Annexe 1). Nous avons effectué ce contrôle pour l'appréciation organoleptique des produits de la mer.

Cette appréciation organoleptique est effectuée afin de mettre en évidence les modifications organoleptiques spécifiques à prendre en compte pour l'appréciation de l'état de fraîcheur des produits de la mer.

L'évaluation de chaque caractère nous a permis également, en attribuant les catégories E, A, B, Na, de définir le degré de fraîcheur. Selon le barème de cotation, des notes égales ou supérieures à 2,7 sont attribuées au poisson ne représentant pas de signes d'altération c'est la catégorie E, tandis que le poisson qui commence à présenter des signes d'altération est coté d'une note égale ou supérieure à 2 et inférieure à 2,7 c'est la catégorie A. La note égale ou supérieure à 1,0 et inférieure à 2,0 correspond au seuil d'acceptabilité du poisson pour la consommation humaine c'est la catégorie B. Enfin le poisson coté d'une note inférieure à 1,0 doit être retiré de la consommation humaine dans ce cas on parle de la catégorie Na.

#### Tableau n°7 : les catégories de fraîcheurs selon (CEEn°103 /76).

Indice de la fraîcheur (CEEn°103/76)	Classe	Appellation
égale ou supérieur à 2,7	E	E (extra), A (bon), B (acceptable), Na (non admis).
égale ou supérieur à 2 et inférieur à 2,7	A	
égale ou supérieure à 1 et inférieure à 2	B	
Inférieure à 1	Na	

## Partie pratique

---

### VII. Résultats

Le barème de cotation de fraîcheur européen des poissons bleus (CEEn°2406/96) qui représente des caractères spécifiques de chaque catégorie E, A, B, Na.

- La catégorie E : les caractères observés sur le poisson sont les suivants ; une pigmentation vive, couleurs brillantes et iridescentes de la peau ; un mucus cutané aqueux et transparent ; un œil convexe ; la pupille bleu-noir, brillante et paupière transparente ; les branchies ont une couleur rouge vif à pourpre uniformément et une absence de mucus ; une chair très ferme et rigide ; des opercules argentés et à la fin une odeur d'algues marines fraîche, acre ou iodé des branchies.
- La catégorie A : on observe une perte d'éclat et de brillance de la peau ; un mucus cutané légèrement trouble ; un œil convexe et légèrement affaissé ; la pupille enfoncé ; une corné légèrement opalescente ; les branchies ont une couleur moins vive, plus pale sur les bords ; une chair assez rigide, ferme ; des opercules argentés, légèrement tenté de rouge ou de brun et à la fin une absence d'odeur ou odeur d'algues marines.
- La catégorie B : pour la peau on a une peau ternie, sans éclat et plissé lorsqu'on courbe le poisson ; un mucus cutané laiteux ; un œil plat, pupille voilée et une extravasation sanguines autour de l'œil ; les branchies s'épaississant, se décolorant et un mucus opaque ; une chair un peu molle ; des opercules brunissement et extravasations sanguines étendus et une odeur grasse un peu sulfureuse ou de fruit pourri.
- La catégorie Na (non admis) : une pigmentation très terne et la peau se détache de la chair ; un mucus cutané gris, jaunâtre, opaque ; un œil concave au centre, pupille grise, cornée laiteuse ; une couleur jaunâtre des branchies ; une consistance de la chair est molle ; des opercules jaunâtre et une odeur aigre de putréfaction des branchies.

D'après le barème de cotation de fraîcheur européen des poissons blancs (CEEn°2406/96) il représente des caractères spécifiques de chaque catégorie E, A, B, Na.

- La catégorie E : une peau vive et iridescente ou opalescente nulle ; un mucus cutané aqueux et transparent ; des branchies ont une couleur vive ; un œil caractérisé par une pupille noire et brillante et une corné transparente ; la surface de la chair est lisse et

## Partie pratique

---

une consistance ferme et élastique ; un péritoine lisse et brillant ; une odeur d'algues marines des branchies.

- La catégorie A : une peau vive mais sans éclat ; un mucus cutané plus ou moins trouble avec des branchies moins colorées et mucus transparent ; un œil légèrement affaissé, une pupille noire ternie et une cornée légèrement opalescente ; une chair moins élastique ; une odeur neutre des branchies.
- La catégorie B : une peau ternie ; un mucus cutané laiteux ; une couleur brun-gris, se décolorant des branchies avec un œil qui se caractérise par une pupille opaque et une cornée opalescente ; une chair flasque et moins élastique ; un aspect tacheté de péritoine et une odeur fermentée légèrement aigre des branchies.
- La catégorie Na (non admis) : une peau ternie ; une couleur gris jaunâtre de mucus cutanée ; des branchies jaunâtre ; une pupille de l'œil grise et une cornée laiteuse ; une consistance molle et écailles de la chair et une odeur aigre des branchies.

### A/ Evaluation de la qualité organoleptique des poissons en période d'hiver

#### 1. Tableau n°8 : La qualité organoleptique de la sardine (*Sardina pilachardus*) en période d'hiver

Jour \ Heur	J1	J2
9h	B	B
11h	Na	B

Le tableau n°8 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie B noté à 9h à la catégorie Na relevé à 11h chez l'espèce *Sardina pilachardus* en période d'hiver.

A j2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période.

## Partie pratique

---

### 2. Tableau n°9 : la qualité organoleptique de l'allache (*Sardinella aurita*) en période d'hiver

Heur \ Jour	J1	J2
9h	B	A
11h	B	A

Le tableau n°9 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraicheur de la catégorie B noté à 9h et à 11h chez l'espèce *sardinella aurita* en période d'hiver.

A j2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période.

### 3. Tableau n°10 : la qualité organoleptique de loup de mer (*Dicentrarchus labrax*) en période d'hiver

Heur \ Jour	J1	J2
9h	A	E
11h	A	A

Le tableau n°10 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraicheur de la catégorie A noté à 9h et à 11h chez l'espèce *Dicentrarchus labrax* en période d'hiver.

J2 une évolution de la catégorie de fraicheur de la catégorie E notée à 9h à la catégorie A relevé à 11h chez le même espèce à la même période.

## Partie pratique

---

**Tableau n°11: la qualité organoleptique de la dorade (*Sparus aurata*) en période d'hiver**

Heur \ Jour	J1	J2
9h	E	E
11h	E	E

Le tableau n°11 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie E noté à 9h et à 11h chez l'espèce *Sparus aurata* en période d'hiver.

j2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période

### **B/ Evaluation de la qualité organoleptique des poissons en période de printemps**

#### **1. Tableau n°12 : La qualité organoleptique de la sardine (*Sardina pilachardus*) en période de printemps**

Heur \ Jour	J1	J2
9h	A	B
11h	B	B

Le tableau n°12 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie A noté à 9h à la catégorie B relevé à 11h chez l'espèce *Sardina pilachardus* en période de printemps.

J2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période

## Partie pratique

---

### 2. Tableau n°13 : la qualité organoleptique de l'allache (*Sardinella aurita*) en période de printemps

Heur \ Jour	J1	J2
9h	A	A
11h	A	B

Le tableau n°13 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie A noté à 9h et à 11h chez l'espèce *Sardinella aurita* en période de printemps.

J2 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie A notée à 9h à la catégorie B relevé à 11h chez le même espèce à la même période.

### 3. Tableau n°14 : la qualité organoleptique de loup de mer (*Dicentrarchus labrax*) en période de printemps

Heur \ Jour	J1	J2
9h	E	E
11h	E	E

Le tableau n°14 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie E noté à 9h et à 11h chez l'espèce *Dicentrarchus labrax* en période de printemps.

J2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période

## Partie pratique

### 4. Tableau n°15 : la qualité organoleptique de la dorade (*Sparus aurata*) en période de printemps

Heur	Jour	
	J1	J2
9h	E	E
11h	E	E

Le tableau n°15 nous a montrés à j1 une évolution de la catégorie de fraîcheur de la catégorie E noté à 9h et à 11h chez l'espèce *Sparus aurata* en période de printemps.

J2 le tableau nous indique qu'il y'a pas de changement dans la catégorie dévaluation de la qualité organoleptique relevé à 9h et à 11h chez le même espèce et à la même période

### 5. Tableau n°16 : tableau synthétiques pour les 4 espèces pendant les 2 périodes :

		Sardine ( <i>Sardina pilachardus</i> )		L'allache ( <i>Sardinella aurita</i> )		Loup de mèn ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )		dorade ( <i>Sparus aurata</i> )	
		Hiver	printemps	hiver	Printemps	hiver	printemps	hiver	printemps
J1	9h	B	A	B	A	A	E	E	E
	11h	Na	B	B	A	A	E	E	E
J2	9h	B	B	A	A	E	E	E	E
	11h	B	B	A	B	A	E	E	E

## Partie pratique

---

### VIII. Discussion :

L'examen organoleptique fait appel aux caractères sensoriels pour évaluer l'apparence, la texture et l'odeur. Une telle démarche, bien qu'elle aboutisse à des résultats inévitablement subjectifs, est d'une grande importance pratique, car elle représente la base sur laquelle l'agent d'inspection et le consommateur averti acceptent ou rejettent le poisson.

L'appréciation organoleptique effectuée sur les produits de la mer au niveau de poissonnerie de Cap-Djinet à Boumerdes présente un aspect plus frais, une couleur vive et brillante de la peau, rigide et très ferme, branchies rouges vives présentant une odeur d'algues marines...etc., pour la raie et la seiche cet aspect est due principalement au respect de la chaîne du froid au moment du transport (camion frigorifié), stockage dans des chambres froides, dont la qualité des produits de la classe B peut être expliquée par l'inutilisation du froid juste après la capture par nos pêcheurs, c'est-à-dire que le poisson reste à température ambiante pendant 2 à 3 heures et même plus jusqu'à l'arrivée au port où il est transporté et conservé au froid.

Cette augmentation du temps d'exposition de poisson non glacé à la température ambiante (ou à la température de l'eau pour le poisson mort même bien que brève a modifié énormément la situation par rapport à l'altération du poisson et sa salubrité. Le refroidissement rapide est également crucial pour la qualité du poisson surtout les poissons gras.

La réfrigération sera d'ailleurs d'autant plus efficace qu'elle aura été précoce, car dans les premières heures après la mort, la contamination du muscle est encore faible et son acidification temporaire due à des transformations chimiques contribue à inhiber le développement des germes. En ralentissant l'évolution de ces conditions, la réfrigération prolonge la conservation. D'autre part le froid réduit l'activité enzymatique particulièrement à craindre lorsque le poisson est trop petit pour être éviscéré et dans les périodes de nourriture abondante, c'est-à-dire en été. L'abaissement de la température réduit aussi la vitesse des réactions enzymatiques, en particulier celles liées aux changements précoces post mortem, augmentant, s'il est bien conduit, la période de *rigor mortis* et diminuant ainsi le taux d'altération et réduisant ou éliminant certains risques sur la santé publique.

D'après nos résultats indiquent que , ni les pêcheurs, ni les poissonneries ne suivent les règles d'hygiène de manipulation des produits de la mer. Le protocole de nettoyage et de désinfection sur les navires de pêche et dans les poissonneries n'est pas respecté ainsi que leur fréquence.

## Partie pratique

---

### IX. Recommandation :

Il s'agit des points clefs à maîtriser en matière d'hygiène en activité de poissonnerie, permettant de respecter ces grands principes. Ils sont tous d'importance égale. Notons qu'en améliorant la sécurité microbiologique des aliments le professionnel contribue à améliorer la qualité commerciale de ces produits (aspect, régularité, durée de vie).

La description de chaque point clef est complétée par :

- Les extraits de l'arrêté du 9 mai 1995 réglementant l'hygiène des aliments remis aux consommateurs, fixant les objectifs essentiels en matière d'hygiène ;
- La référence à des fiches de bonnes pratiques à consulter ;
- L'indication des surveillances correspondantes à l'aide de pictogrammes.

#### 1. Hygiène des manipulateurs :

limiter l'apport des germes provenant des manipulateurs (hygiène corporelle, tenue, mains, comportement...).

Il s'agit d'assurer une parfaite hygiène corporelle du personnel.

- Former les manipulateurs à l'hygiène. Cette formation peut consister :
  - En une formation initiale;
  - Et/ou en une formation continue (, stages en école professionnelles ;
  - Et/ou en une information et une sensibilisation interne dispensée par un responsable lui-même formé ;
- Mettre à disposition dans l'entreprise un vestiaire (placard ou local), permettant :
  - De déposer les vêtements de ville et les effets personnels ;
  - De revêtir une tenue propre, complète et renouvelée, réservée aux périodes de travail ;
- Veiller à la propreté corporelle : ongles courts et propres, cheveux propres et retenus ;
- Désinfecter et protéger les blessures ;
- Assurer un lavage des mains efficace.

Un point d'eau correctement équipé doit être disponible ;

- Eau chaude et froide (ou tiède) pour les sédentaires,
- Eau froide ou chaude pour les non-sédentaires (marché, halle...);
- Savon liquide ;

## Partie pratique

---

- Brosse à ongles ;
- Système d'essuyage au papier ;
- Poubelle en cas d'essuyage au papier
- Assurer un lavage des mains fréquent :
  - Avant et pendant le travail ;
  - Après toute opération souillante (ex : éviscération...) ou utiliser un ustensible pour les produits transformés sensibles.

### 2. Nettoyage et désinfection :

limiter la contamination indirecte par les matériels ou les locaux.

Propreté des locaux et du matériel :

- Assurer un nettoyage et une désinfection efficaces en utilisant :
  - Des produits adaptés ;
  - Une méthode adaptée (T.A.C.T. : température, action mécanique, concentration, temps de contact) ;
  - Un matériel de nettoyage et désinfection adapté et en parfait état d'entretien (lavette, brosse, balai-brosse...)
- Faire appel à du personnel formé à cet effet.
- Assurer un nettoyage et une désinfection régulières.

Conception :

- Veiller à ce que les surfaces en contact direct avec les aliments (couteaux, plans de travail, machine à peler, écailleur, paire de ciseaux, ...) soient en bon état, faciles d'entretien et que le matériau soit adapté au contact alimentaire.
- Lors de l'achat de matériel, choisir des équipements facilement nettoyables (par exemple équipements démontables).

Remarque : certains équipements portent un marquage NF-HA (Norme Française Hygiène alimentaire) ou NF-HSA (Hygiène Sécurité Aptitude à l'emploi) qui assurent l'utilisateur d'une construction adaptée à l'alimentaire (matériaux conformes, faciles à nettoyer...).

### 3. Environnement de travail

éviter que l'environnement de travail ne soit une source de contamination indirecte (toilettes, fenêtres, tuyauteries, zone à l'aplomb des postes de travail, poubelles...).

## Partie pratique

---

### Déchets et poubelles :

- Stocker les poubelles de voirie à l'extérieur de l'établissement ou dans un local réservé à cet effet.
- Les poubelles présentes à proximité des postes de travail doivent être réservées à cet usage et maintenues propres.
- Eliminer au fur et à mesure les déchets du poste de travail vers un récipient situé à proximité puis vers les poubelles.

### Environnement de travail

- Entretenir les zones à l'aplomb des postes de travail (état des peintures, des carrelages, des étagères, des joints...).
- Maintenir les tuyauteries en bon état d'entretien et les isoler par un coffrage lorsqu'elles sont une source de contamination par condensation.
- Travailler les produits sensibles (produits préparés ou cuits...) à l'écart des zones de contamination.
- Disposer d'un système d'évacuation des eaux usées bien entretenu.

## 4. Réception des matières premières :

limiter la contamination des produits entrant dans l'entreprise.

- Vérifier dès réception et lors de l'utilisation des produits :
  - L'état des produits : aspect, couleur et odeur.
  - L'état des emballages et conditionnements.
  - Les dates limites de consommation (DLC) ou d'utilisation optimale (DLUO) des denrées.
- Vérifier à la réception que les conditions de transport permettent :
  - De transporter hygiéniquement les produits (propreté du camion ou de l'équipement, propreté du livreur, séparation des produits).
  - De maintenir les produits aux températures requises d'entreposage (vérifier la nature de l'équipement de transport, la température du véhicule la qualité du glaçage et/ou la température des produits).

En cas d'anomalies, émettre des réserves écrites sur le bon de livraison ou la facture et, éventuellement, refuser la marchandise.

## **Partie pratique**

---

Pour information, il est rappelé que, selon l'arrêté du 29 décembre 1992 portant réglementation des conditions d'hygiène applicables dans les lieux de vente en gros des produits de pêche.

La vente des produits des familles suivantes est interdite : Tetraodontidae, Molidae, Diodontidae, Canthigasteridae.

Enfin:

En fonction des volumes et des formes d'activité, les échantillons peuvent faire l'objet d'analyses bactériologiques ou chimiques.

## Partie pratique

---

### X. Conclusion :

La durée de la conservation des produits de la mer présentent en bon état organoleptique quoique courte, reste suffisante lorsqu'il s'agit d'une pêche de type artisanale (côtière), où ces produits sont débarqués dans le port après quelques heures de pêche, donc le glaçage et la réfrigération doivent être précoces et largement suffisants pour conserver les produits de la pêche dans un bon état organoleptique.

Les modifications organoleptiques relevées au cours de cette étude témoignent des mauvaises conditions d'hygiène et de la rupture de la chaîne du froid lors de la manutention, du transport et pendant le stockage, incluant le système de vente, représentée parfois par la vente clandestin, qui ne respecte pas les bonnes pratiques d'hygiène.

Enfin, les attentes grandissantes des consommateurs vis-à-vis de la qualité des produits de la pêche doivent faire réfléchir les autorités et les professionnels de la filière pêche sur la nécessité de mettre en place des démarches « qualité » fondées au préalable sur une analyse des risques et des points de contrôle pour leur maîtrise. Ces efforts ne doivent pas répondre uniquement aux obligations réglementaires, mais aussi aboutir à la mise sur marché des produits sains, frais, et de bonne qualité. C'est à cette condition que les entreprises algériennes pourront être compétitives au niveau international, ce type de démarche "qualité" étant déjà intégré au sein de toute la filière dans certains pays.

# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques :

Abe, H. and E. Okuma (1991). *Rigor mortis* progress of carp acclimated to different water temperatures. Nippon Suisan Gakkaishi. **57** : 2095-2100.

Ackman, R.G. (1994). Seafood lipid, In Seafoods chemistry, processing technology and quality. Shahidi, F. & Botta, J.R. (Eds.), Blackie Academic & professional, New York : 34-38.

Aksnes, A. (1989). Effect of proteinase inhibitors from potato on the quality of stored herring. Journal of the Science of Food and Agriculture **49**(2) : 225-234.

Aksnes, A. and B. Brekken (1988). Tissue degradation, amino acid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin, John Wiley & Sons, Ltd. **45** : 53-60.

Anderson, D.W.J. and C.R. Fellers (1952). The occurrence of trimethylamine and trimethylamine oxide in fresh water fishes. Food Research **17** : 472-474.

Aubourg, S.P. (2001). Damage detection in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during chilled storage. JAOCS, Journal of the American Oil Chemistry's Society **78**(8) : 857-862.

Aubourg, S.P. (2001a). Fluorescence study of the pro-oxidant effect of free fatty acids on marine lipids. Journal of the Science of Food and Agriculture **81**(4) : 385-390.

Aubourg, S.P., I. Medina, and J.M. Gallardo (1998). Quality Assessment of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) during Chilled Storage by Monitoring Lipid Damages. Journal of Agricultural and Food Chemistry **46**(9) : 3662-3666.

Aubourg, S.P., C.G. Sotelo, and R. Pérez-Martin (1998). Assessment of quality changes in frozen sardine (*Sardina pilchardus*) by fluorescence detection. JAOCS, Journal of the American Oil Chemist's Society **75**(5) : 575-580.

Audley, M.A., K.J. Shetty, and J.E. Kinsella (1978). Isolation and properties of phospholipase a from pollock muscle. Journal of Food Science **43**(6) : 1771-1775.

Botta, J.R., Ed. (1995). Evaluation of Seafood Freshness Quality. Cambridge, UK, VCH Publishers Ltd.

Botta, J.R., K.M. Kennedy, .W. Kiceniuk, and J. Legrow (1992). Importance of redfeed level, fish size and roe content to the quality of roe capelin. International Journal of Food Science & Technology **27**(1) : 93-98.

Chiba, A., M. Hamaguchi, M. Kosaka, T. Tokuno, T. Asai, and S. Chichibu (1991). Quality Evaluation of Fish Meat by <sup>31</sup> Phosphorus-Nuclear Magnetic Resonance, Blackwell Publishing Ltd **56** : 660-664.

Colwell, R.R., M.T. Macdonell, and J. De Ley (1986). Proposal to Recognize the Family Aeromonadaceae fam. nov. International Journal of Systematic Bacteriology **36**(3) : 473-477.

Corraze, G. and S. Kaushik (1999). Les lipides des poissons marins et d'eau douce. Oléagineux, Corps gras, Lipides **6**(1) : 111-115.

Dalgaard, P. (1993). Evaluation and prediction of microbial fish spoilage. Ph.D. Thesis. The Technological Laboratory of the Danish Ministry of Fisheries and the Royal Veterinary and Agricultural University. Denmark.

De Koning, A.J. and T.H. Mol (1990). Rates of free fatty acid formation from phospholipids and neutral lipids in frozen cape hake (*Merluccius* spp) mince at various temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture **50**(3) : 391-398.

Deker, E.A. and H.O. Hultin (1990). Nonenzymic Catalysts of Lipid Oxidation in Mackerel Ordinary Muscle. Journal of Food Science **55**(4) : 951-953.

Deker, E.A. and Z. Xu (1998). Minimizing rancidity in muscle food. Food technology **52** : 54-61.

Delbarre-Ladrat, C., V. Verrez-Bagnis, J. Noël, and J. Fleurence (2004). Relative contribution of calpain and cathepsins to protein degradation in muscle of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Food Chemistry **88**(3) : 389-395.

Devaraju, A.N. and T.M.R. Setty (1985). Comparative study of fish bacteria from tropical and cold/temperate marine waters. Spoilage of tropical fish and product development. FAO Fisheries Report.

Dyer, W.J. and D.I. Fraser (1959). Proteins in Fish Muscle. 13. Lipid Hydrolysis. Journal of Fisheries Research Board of Canada **16** : 43-52.

Fujioka, R.S., K. Tenno, and S. Kansako (1988). Naturally occurring fecal coliforms and fecal streptococci in Hawaii's freshwater streams. Toxicity Assessment **3**(5) : 613-630.

Frankel, E.N. (1998). Lipid oxidation. The Oily Press (vol. 10). Dundee, Scotland.

Gardner, H.W. (1979). Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids : a review. Journal of Agricultural and Food Chemistry **27** : 220-229.

Garthwaite, G.A. (1992). Chilling and freezing of fish In Fish Processing Technology. Hall, G.M. (Ed.). blackie Academic & Professional, New York : 89-113.

German, J.B., S.E. Chen, and J.E. Kinsella (1985). Lipid oxidation in fish tissue. Enzymic initiation via lipoxygenase. Journal of Agricultural and Food Chemistry **33**(4) : 680-683.

Gram, L. (1990). Spoilage of three Senegalese fish species stored in ice and at ambient temperature. Paper presented at SEAFOOD 2000. Halifax, Canada.

Gram, L. and P. Dalgaard (2002). Fish spoilage bacteria – problems and solutions. Current Opinion in Biotechnology **13**(3) :262-266.

Gram, L., C. Wedell-Neergaard, and H.H. Huss (1990). The bacteriology of fresh and spoiling Lake Victorian Nile perch (*Lates niloticus*). International Journal of Food Microbiology **10**(3-4) : 303-316.

Guillén, M.D. and M.C. Errecalde (2002). Volatile Components of Raw and Smoked Black Bream (*Brama raii*) and Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) studied by means of Solid Phase Microextraction and Gas Chromatography/mass Spectrometry. Journal of the Science of Food and Agriculture **82** : 945-952.

Han, T.J. and J. Liston (1987). Lipid Peroxidation and Phospholipid Hydrolysis in Fish Muscle Microsomes and Frozen Fish. Journal of Food Science **52**(2) : 294-296.

Hebard, C.E., G.J. Flick, and R.E. Martin (1982). Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish. Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products : 149-304.

Hognadottir, A. (1999). Flavor Perception and volatile Compounds in Fish.

Hsieh, R.J., J.B. German, and J.E. Kinsella (1988). Lipoxygenase in fish tissue : some properties of the 12-lipoxygenase from trout gill. Journal of Agricultural and Food Chemistry **36**(4) : 680-685.

Hsieh, R.J., J.E. Kinsella, and E.K. John (1989). Oxidation of Polyunsaturated Fatty Acids : Mechanisms, Products, and Inhibition with Emphasis on Fish. Advances in Food and Nutrition Research **33** : 233-341.

Huang, C.H., H.O. Hultin, and S.S. Jafar (1993). Some aspects of iron(2+)-catalyzed oxidation of fish sarcoplasmic reticular lipid. Journal of Agricultural and Food Chemistry **41**(11) : 1886-1892.

Hultin, H.O. (1992). Lipid Oxidation in Fish Muscle. In Advances in seafood biochemistry : Composition and quality Flick, G.J. & Martin, R.E. (Eds.), Technomics Publishing Company Inc, Lancaster : 99-122.

Hultin, H.O. (1994). Oxidation of lipids in seafoods. Seafoods : Chemistry, Processing, Technology and Quality. Shahidi, F. & Botta, J.R. (Eds.), Blackie Academic & Professional. New York : 49-74.

Huss, H. (1994). Assurance of Seafood Quality. FAO Fisheries Technical Paper **334** : FAO Rome.

Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. Rome, FAO. **195**

Hwang, K.T. and J.K. Rengenstein (1993). Characteristics of Mackerel Mince Lipid Hydrolysis. Journal of Food Science **58**(1) : 79-83.

Iwamoto, M., H. Yamanaka, S. Watabe, and K. Hashimoto (1987). Effect of storage Temperature on Rigor-Mortis and ATP Degradation in Plaice *Paralichthys olivaceus* Muscle, Blackwell Publishing Ltd. **52** : 1514-1517.

Josephson, D.B., R.C. Lindsay, and D.A. Stuibler (1984). Variations in the Occurrences of Enzymically Derived Volatile Aroma Compounds in salt and freshwater Fish. Journal of Agricultural and Food Chemistry **32**(6) : 1347-1352.

Kamal-Eldin, A. and N.V. Yanishlieva (2002). N-3 fatty acids for human nutrition : Stability considerations. European Journal of Lipid Science and Technology **104**(12) : 825-836.

Kanazawa, A., T. Sawa, T. Akaik, and H. Maeda (2000). Formation of abasic sites in DNA by t-butyl peroxy radicals : implication for potent genotoxicity of lipid peroxy radicals. Cancer Letters **156** :51-55.

Kanner, J., J.B. German, J.E. Kinsella, and H.O. Hultin (1987). Initiation of lipid peroxidation in biological systems. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition **25**(4) : 317-364.

Krzynowck, J., J. Murphy, E. Pariser, and A. Clifton (1990). Six Northwest Atlantic Fish Species as a Potential Fish Oil Source, Blackwell Publishing Ltd. **55** : 1743-1744.

Ladikos, D. and V. Lougovois (1990). Lipid oxidation in muscle foods : a review. Food Chemistry **35** : 295-314.

Lindsay, R.C. (1990). Fish flavors. Food Reviews International **6**(4) : 437-455.

Liston, J. (1980). Microbiology in fishery science. Advances in fishery science and technology. J.J. Connell. Farnham, England, Fishing News Books Ltd : 138-157.

Love, R.M. (1975). Variability in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from the Northeast Atlantic : a Review of Seasonal and Environmental Influences on Various Attributes of the Flesh. Journal of the Fisheries Research Board of Canada **32**(12) : 2333-2342.

Maage, A., K. Julshamn, and Y. ulgenes (1991). A comparison of tissue levels of four essential trace elements in wild and farmed Atlantic salmon ( *Salmo salar*). Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaering, IV : 111-116.

MacDonnell, M.T. and R.R. Colwell (1985). Phylogeny of the Vibrionaceae and recommendation for two new genera, Listonella and Shewanella. Systematic & Applied Microbiology **6** : 171-182.

Medina, I., M. Satué-Gracia, and E. Frankel (1999). Static headspace gas chromatographic analyses to determine oxidation of fish muscle lipids during thermal processing. Journal of the American Oil Chemist's Society **76**(2) : 231-236.

Mendel, B., A. Kemp, and D.K. Myers (1954). A colorimetric micro-method for the determination of glucose. Biochemical Journal **56**(4) : 639-646.

Morita, R.Y. (1975). Psychrophilic bacteria. Bacteriological reviews **39** : 144-167.

Nunes, M.L., I. Boatista, and R.M. De campos (1992). Physical, chemical and sensory analysis of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. Journal of the Science of Food and Agriculture **59**(1) : 37-43.

Nunes, M.L., M. Cardinal, R. Mendes, R.M. Campos, N.M. Bandarra, H. Lourenço, and M. Jerome (1992). Effect of season and storage on proteins and lipids of sardine (*Sardina pilchardus*) minces and surimi. In Quality Assurance in the Fish Industry : 73-79.

Olafsdottir, G. and J. Fleurence (1997). Evaluation of fish freshness using volatile compounds-classification of volatile compound in fish. Methods to determine the freshness of fish in research and industry, proceedings of the final meeting of the concerted action Evaluation of fish freshness AIR3CT94 2283, Nantes (France).

Pokorny, J. (1977). Interactions of oxidized lipids with protein. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse **4** : 389-393.

Poulter, R.G., C.A. Curran, B. Rowlands, and J.G. Disney (1982). Comparison of the biochemistry and bacteriology of tropical and temperate water fish during preservation and processing. Paper presented at the Symposium on Harvest and Post- Harvest Technology of Fish, Cochin, India, Trop. Dev. And Res. Inst., London.

Refsgaard, H.H., P.M.B. Brockhoff, and B. Jensen (2000). Free polyunsaturated fatty acids cause taste deterioration of salmon during frozen storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry **48**(8) : 3280-3285.

Rhee, K.S. (1988). Enzymic and nonenzymic catalysis of lipid oxidation in muscle foods. Food Technology : 127-132.

Richards, M.P. and H.O. Hultin (2002). Contributions of Blood and Blood Components to Lipid Oxidation in Fish Muscle. Journal of Agricultural and Food Chemistry **50**(3) : 555-564.

Richards, M.P., S.D. Kelleher, and H.O. Hultin (1998). Effect of Washing with or without Antioxidants on Quality Retention of Mackerel Fillets during Refrigerated and Frozen Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry **46**(10) : 4363-4371.

Rose, D.P. and J.M. Cannolly (1999). Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. Pharmacology & Therapeutics **83**(3) : 217-244.

Sato, K., C. Ohashi, K. Ohtsuki, and M. Kawabata (1991). Type V collagen in trout (*Salmo gairdneri*) muscle and its solubility change during chilled storage of muscle. Journal of Agricultural and Food Chemistry **39**(7) : 1222-1225.

Schulz, M., A.D. Liese, E.J. Mayer-Davis, R.B. D'Agostino Jr, F. Fang, K.C. Sparks, and T.M. Wolever (2005). Nutritional correlates of dietary glycaemic index : New aspects from a population perspective. British Journal of Nutrition **94**(3) : 397-406.

Sheridan, M.A. (1988). Lipid dynamics in fish : aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. Comparative Biochemistry and Physiology Part B : Comparative Biochemistry **90**(4) : 679-690.

Shewan, J.M. (1962). The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. Recent Advances in Food Science **1** : 167-193.

Shewan, J.M. (1974). The biodeterioration of certain proteinaceous foodstuffs at chill temperatures. Industrial Aspects of Biochemistry. Edited by B. Spencer. London : North-Holland Publishing Company.

Shewan, J.M. (1977). The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. Proceedings of the Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. London, Tropical Products Institute : 51-66.

Shewfelt, R.L. (1981). Fish muscle lipolysis – A review. Journal of Food Biochemistry **5**(2) : 79-100.

Sikorski, Z.E., A. Lolakowska, and B.S. Pan (1990). The nutritive composition of the major groups of marine food organisms In Sikorski Z. E. (Ed.) (1990), Resources Nutritional Composition and Preservation (Boca Raton, Florida : CRC Press-Inc) : 30-52.

Uchiyama, H. and S. Ehira (1974). Relation between freshness and acid soluble nucleotides in aseptic cod and yellow tail muscles during ice storage. Bulletin of Tokai Refrigeration Fisheries Research Laboratory **72** : 23-32.

Waagbo, R., K. Sandnes, O.J. Torrissen, A. Sandvin, and Ø. Lie (1993). Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of N-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. Food Chemistry **46**(4) : 361-366.

# **ANNEXES**

**ANNEXE :**

**Annexe 1 :**

**A /Barème de cotation de fraîcheur :( Règlement (CE) N°2406/96 DU CONSEIL du 26 novembre 1996).**

01 - les poissons blancs :

Critères				
Catégories de fraîcheur				
	extra	A	B	NON ADMIS
peau	Pigmentation vive et iridescente (sauf pour les sébastes) ou opalescente, pas de décoloration.	Pigmentation vive mais sans éclat.	Pigmentation ternie en voie de décoloration.	Pigmentation ternie(1).
Mucus cutané	Aqueux, transparent.	Légèrement trouble.	Laiteux.	Gris jaunâtre, opaque.
Œil	Convexe (bombé) ; pupille noire brillante ; corné transparente.	Convexe et légèrement affaissé ; pupille noire ternie ; cornée légèrement opalescente.	Plat ; corné opalescente ; pupille opaque.	Concave au centre ; pupille grise ; cornée laiteuse (2).
branchies	Couleur vive ; pas de mucus.	Moins colorées ; mucus transparent.	Brun /gris se décolorant ; mucus opaque et épais.	Jaunâtre ; mucus laiteux(2).
Péritoine (dans le poisson éviscéré)	Lisse ; brillant ; difficile à détacher de la chaire.	Un peu terni ; peut être détaché de la chaire.	Tacheté ; se détachant facilement de la chaire.	Ne colle pas(2).
Odeur des branchies et de la cavité abdominale -poisson blancs sauf plie ou carrelet.	D'algues marines.	Absence d'odeur d'algues marines ; odeur neutre.	Fermenté ; légèrement aigre.	Aigre(2).
Plie ou carrelet	D'huile fraîche ; poivrée ; odeur de terre.	D'huile ; d'algues marines ou légèrement douceâtre.	D'huile ; fermentée ; défraîchie, un peu rance.	Aigre.
chair	Ferme et élastique ; surface lisse.	Moins élastique.	Légèrement molle (flasque moins élastique ; surface cireuse veloutée et ternie)	Molle (flasque)(2) ; écailles se détachent facilement de la peau ; surface plutôt plissée.

(1) Les critères de cette colonne ne s'appliqueront que jusqu'à l'adoption d'une décision de la commission fixant les critères qui caractérisent le poisson impropre à la consommation humaine, conformément à la directive 91/493/CEE du conseil.

(2) ou dans un état de décomposition plus avancé.

(3) le poisson frais avant le stade *rigor mortis* n'est pas ferme et élastique mais il est quand même classé dans la catégorie Extra.

## 2- les poissons bleus :

Critères				
Catégories de fraîcheur				
	Extra	A	B	NON ADMIS(1)
<b>Peau (2)</b>	Pigmentation vive, couleurs vives, brillantes et iridescentes ; nette différence entre surfaces dorsale et ventrale	Perte d'éclat et De brillance ; couleurs plus fades ; moins de différence entre surfaces dorsale et ventrale	Ternie, sans éclat, couleurs délavées ; peau plissée lorsqu'on courbe le poisson	Pigmentation très terne ; peau se détache de la chair (3)
<b>Mucus cutané</b>	Aqueux, transparent	Légèrement trouble	laiteux	Gris jaunâtre, mucus opaque (3)
<b>Consistance de la chair (2)</b>	Très ferme, rigide	Assez rigide, ferme	Un peu molle	Molle (flasque)(3)
<b>Opercules</b>	Argentés	Argentés, légèrement teintés de rouge ou de brun	Brunissement et extravasations sanguines étendues	Jaunâtres (3)
<b>Œil</b>	Convexe, bombé ; pupille bleu-noir brillante, « paupière » transparente	Convexe et légèrement affaissé ; pupille foncée, cornée légèrement opalescente	Plat ; pupille voilée ; extravasations sanguines autour de l'œil	Concave au centre ; pupille grise ; cornée laiteuse (3)
<b>Branchies (2)</b>	Rouge vif à Pourpre uniformément ; pas de mucus	Couleur moins vive, plus pâle sur les bords ; mucus transparent	S'épaississant, se décolorant, mucus opaque	Jaunâtre ; mucus laiteux (3)
<b>Odeur de branchies</b>	D'algues marines fraîches ; âcre, iodée	Absence d'odeur ou odeur d'algues marines, odeur neutre	Odeur grasse (4) un peu sulfureuse, de lard rance ou de fruit pourri	Odeur aigre de putréfaction (3)

- (1) Les critères de cette colonne ne s'appliqueront que jusqu'à l'adoption d'une décision de la commission fixant les critères qui caractérisent le poisson impropre à la consommation humaine, conformément à la directive 91/493/CEE du conseil.
- (2) Pour le hareng et le maquereau conservés en eau de mer réfrigérée (soit au moyen de glace " CSW" ou par les moyens mécaniques "RSW " qui sont conformes aux prescriptions de la directive 92/48/CEE (JO no L 187 du 7.7.1992 p. 41) annexe II point 8, les catégories de fraîcheur suivant s'appliquent :
  - Le critère de la colonne A s'applique aussi à la catégorie Extra.
- (3) Ou dans un état de décomposition plus avancé.
- (4) Le poisson conservé dans la glace a une odeur rance avant d'avoir une odeur défraîchie. C'est l'inverse pour le poisson conservé par CSW/RSW.

## **Annexe 2 :**

**B / Barème de cotation de fraîcheur :( Règlement (CE) N°103/76 OJ N°L20 (28 janvier 1976) (ECC, 1976).**

Critères				
Parties du poisson inspectées	Notes			
	3	2	1	0
Apparence				
peau	Pigmentation brillante ,iridescente ;pas de décoloration ;mucus transparent, aqueux.	Pigmentation brillante mais non luisante ; mucus légèrement trouble	Pigmentation en voie de décoloration et terne ; mucus laiteux.	Pigmentation terne <sup>1</sup> ; mucus opaque.
œil	Convexe (gonflé) ; cornée transparente ; pupille noir et brillante.	Convexe et légèrement enfoncé ; cornée légèrement opalescente ; pupille noire et terne.	Plat ; cornée opalescente ; mucus opaque.	Concave au centre <sup>1</sup> ; cornée laiteuse ; pupille grise.
branchies	Couleur brillante ; pas de mucus.	Moins colorées, quelques traces de mucus clair.	En voie de décoloration ; mucus opaque.	Jaunâtres <sup>1</sup> mucus laiteux
Chair (de l'abdomen)	Bleuâtre, translucide, lisse et brillante ; pas de changement de la couleur initiale	Veloutée, cireuse, terne ; couleur légèrement altérée.	Légèrement opaque.	Opaque <sup>1</sup>
Couleur le long de la colonne vertébrale	Incolore.	Légèrement rosée.	Rose.	Rouge <sup>1</sup>
organes	Les reins et résidus d'autres organes devront être rouges, de même que le sang dans l'aorte.	Les reins et résidus d'autres organes devront être rouge terne ; sang en voie de décoloration.	Les reins, résidus et sang devront être roses.	Les reins <sup>1</sup> , résidus et sang devront être brunâtres.
Etat physique				

chair	Ferme et élastique ; surface lisse	Moins élastique	Légèrement molle (flasque), moins élastique, cireuse (veloutée) et surface terne	Molle (flasque) <sup>1</sup> ; écailles facilement détachables ; surface ridée
Colonne vertébrale	Se casse au lieu de se détacher	adhère	Adhère légèrement	N'adhère pas <sup>1</sup>
péritoine	Adhère complètement à la chair	adhère	Adhère légèrement	N'adhère pas <sup>1</sup>
Odeur				
Branchies, peau, cavité abdominale	Odeur d'algues	Pas de mauvaise odeur ni d'odeur d'algues	Légèrement aigue	Aigue <sup>1</sup>

<sup>1</sup> ou tout autre état d'altération plus avancé.

## Annexe 3 :

### Fiche de résultats d'analyses organoleptiques

Description de l'échantillon						
Origine :		Nature :				
n° de lot :		n° de l'échantillon :		date :		heure :
date de réception :			heur de réception :			
date de l'analyse :			mode de conservation :			
responsable de l'analyse :			heur de l'analyse :			
Critères	Evaluation				Moyenne du critère	observation
Peau	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Pigmentation						
Ventral/dorsale						
Mucus cutané						
Consistance de la chair	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Œil	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Convexité						
Pupille						
Cornée						
Opercule	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Coloration						
Mucus						
Branchies	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Couleur						
Mucus						
Odeur des branchies	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Chair	E=3	A=2	B=1	Na=0		
Texture						
Surface						
Ecaille						
Synthèse des résultats						
Cotation de fraîcheur CF)					observation	
Entre 3 et 2.7=	E				E (extra), A (bon), B (acceptable), Na (rejet)	
Entre 2.7 et 2=	A					
Entre 2 et 1=	B					
Entre 1 et nul=	Na					