

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
*الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية*

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
*وزارة التعليم العالي و البحث العلمي*

**ECOLE NATIONALE VETERINAIRE - ALGER**  
*المدرسة الوطنية للبيطرة - الجزائر*

**PROJET DE FIN D'ETUDES  
EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

**Appréciation du degré de fraîcheur des sardines  
commercialisées au niveau de la wilaya d'Alger**

**Présenté par : BENDEDDOUCHE ESMA**  
**Soutenu le : 23 juin 2008**

**Le jury :**

- **Président :** Mr HAMDI. T-M (M.C)
- **Promoteur:** Mr BENDEDDOUCHE. B (M.C)
- **Examinatrice :** Mme ZOUAMBI. A (C.C)
- **Examinatrice :** Melle MILLA. A (C.C)
- **Examinatrice :** Mme HAFSI. F (C.C)

**Année universitaire : 2007/2008**

## Remerciements

*Je tiens à exprimer ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à mener à bien ce modeste travail.*

*Au Docteur HAMDI. M Maitre de conférence à l'ENV, de nous avoir honoré en acceptant la présidence de ce jury. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.*

*Au Docteur BENDEDDOUCHE.B mon promoteur Maitre de conférence à l'ENV, de m'avoir proposé ce thème et dirigé mon travail. Je le remercie pour son aide précieuse, ses encouragements et ses conseils qui m'ont permis de mener à bien ce mémoire de fin d'étude.*

*A Mlle MILLA, Mme HAFSI et Mme ZOUAMBI chargées de cours à l'ENV d'avoir fait partie de ce jury. Qu'elles trouvent ici l'expression de mon profond respect.*

*Je tiens a remercier Mr ZOUAMBI pour tous ses conseils et ses encouragements  
Je remercie aussi l'assistante du laboratoire de biochimie de l'ENV pour son aide très précieuse. Qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude et de mon respect*

*Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de ma formation à l'ENV.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail...*

*A mes parents qui m'ont beaucoup aidé tout au long de mes études,*

*A mes grands parents pour leur soutien,*

*A mes sœurs IBTISSEM, IMENE et mon petit choucou MEHDI pour leurs  
encouragements,*

*A toute la famille BENDEDDOUCHE,*

*A toutes mes copines les « VIP »,*

*A tous mes amis,*

*A toute la promotion 2008 de l'ENV.*

*Esmâ*

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
CHAPITRE I / LA COMPOSITION CHIMIQUE DU POISSON.....	2
I.1. Les principaux composants.....	2
I.1.1. Les lipides.....	5
I.1.2. Les protéines.....	7
I.1.3. Les extraits azotés.....	9
I.1.4. Les glucides.....	12
I.1.5. Les vitamines et sels minéraux.....	12
CHAPITRE II / L'EVOLUTION DU POISSON APRES LA CAPTURE.....	13
II.1. Les changements organoleptiques.....	13
II.2. Les changements bactériologiques.....	16
II.3. Les changements biochimiques.....	19
II.3.1. Réduction de l'OTMA en TMA.....	19
II.4. Les processus d'altération.....	20
II.4.1. Dégradation des acides aminés.....	20
II.4.2. Dégradation des protéines.....	21
II.4.3. Dégradation des nucléotides.....	21
II.4.4. Dégradation de lipides.....	21
CHAPITRE III / LES METHODES D'APPRECIATION DE LA FRAICHEUR.....	22
III.1. Les méthodes sensorielles.....	22
III.2. Les méthodes physiques.....	22
III.3. Les méthodes chimiques.....	22
III.3.1. Dosage de l'azote basique total (ABVT) ou de ses constituants.....	23
III.3.1.1. Techniques de dosage utilisées.....	23
III.3.1.2. Evolution de la concentration des différentes amines volatiles durant le stockage sous glace.....	25
III.3.1.2.1. Ammoniac.....	25
III.3.1.2.2. Diméthylamine.....	25

Partie bibliographique

III.3.1.2.3. Triméthylamine.....	25
III.3.1.2.4. Azote basique volatil total.....	26
III.3.1.2.5. Oxyde de triméthylamine.....	26

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

<b>I/ Buts et objectifs.....</b>	<b>28</b>
<b>II/ Matériel et méthodes.....</b>	<b>28</b>
<b>II.1. Matériel.....</b>	<b>28</b>
<b>II.2. Méthodes.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.1. Echantillonnage.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.2. Analyse sensorielle.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.3. Dosage de l'ABVT.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3.1. Mode opératoire.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3.1.1. Préparation de l'échantillon.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3.1.2. Filtration.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3.1.3. Distillation à la vapeur.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3.1.4. Titration.....</b>	<b>33</b>
<b>III/ Résultats.....</b>	<b>35</b>
<b>III.1. Analyse sensorielle.....</b>	<b>35</b>
<b>III.2. Dosage de l'ABVT.....</b>	<b>36</b>
<b>VI / DISCUSSION.....</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>39</b>

### **Liste des abréviations**

**ABVT:** azote basique volatil total

**OTMA :** oxyde de triméthylamine

**TMA :** triméthylamine

**DMA :** diméthyle amine

**ATP :** adénine triphosphate

**ANP :** azote non protéique

**UFC :** unité formant colonies

**NAD:** nicotine amide adénine dinucléotide

**H<sub>2</sub>S:** sulfure d'hydrogène

**°C:** degré Celsius

**pH:** potentiel hydrogène

**IMP:** inosine monophosphate

**VRS:** volatil reducing substance

**HPLC :** chromatographie liquide haute pression

**Liste des figures**

<b>N° figure</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure n° 1</b>	<b>Variation saisonnière de la composition chimique des(a)filets de hareng (<i>Clupea harengus</i>) et (b) filets de maquereau (<i>Scomber scombrus</i>).</b>	<b>3</b>
<b>Figure n° 2</b>	<b>Répartition de l'ensemble des matières grasses dans différentes parties du maquereau (en haut) et du capelan (en bas) d'origine norvégienne</b>	<b>6</b>
<b>Figure n° 3</b>	<b>Distribution de l'azote non protéique dans les muscles de deux poissons osseux marins (A, B), un élasmobranché(C) et un poisson d'eau douce(D)</b>	<b>10</b>
<b>Figure n° 4</b>	<b>Evolutions de la flore totale et des bactéries spécifiques d'altération au cours de la conservation</b>	<b>17</b>
<b>Figure n° 5</b>	<b>Comparaison entre la durée limite de conservation du cabillaud congelé et le temps de détection dans un bouillon de culture à l'OTMA</b>	<b>17</b>
<b>Figure n°6</b>	<b>Diagramme des étapes du dosage de l'ABVT par la méthode de distillation à l'acide trichloracétique.</b>	<b>34</b>
<b>Figure n°7</b>	<b>Histogramme des résultats de l'examen organoleptique.</b>	<b>35</b>
<b>Figure n° 8</b>	<b>Histogramme des résultats du dosage de l'ABVT.</b>	<b>37</b>

**Liste des tableaux**

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau n°1</b>	<b>Principaux composants (en pourcentage) des muscles de poisson et de bœuf.</b>	<b>2</b>
<b>Tableau n°2</b>	<b>Composition chimique de la sardine (100g).</b>	<b>4</b>
<b>Tableau n°3</b>	<b>Pourcentage d'acides aminés essentiels de différentes protéines</b>	<b>8</b>
<b>Tableau n°4</b>	<b>Principales différences dans les extraits de muscles</b>	<b>9</b>
<b>Tableau n°5</b>	<b>Vitamines du poisson.</b>	<b>12</b>
<b>Tableau n°6</b>	<b>Quelques minéraux présents dans le muscle du poisson.</b>	<b>13</b>
<b>Tableau n°7</b>	<b>Apparition et durée de la rigor mortis dans différentes espèces de poissons.</b>	<b>14</b>
<b>Tableau n°8</b>	<b>Microflore dominante et bactéries d'altération identifiées sur du poisson blanc frais (cabillaud) au moment de son altération (HUSS, 1994).</b>	<b>18</b>
<b>Tableau n°9</b>	<b>Concentrations moyennes en DMA, TMA, OTMA et ABVT dans la chair du poisson juste après la capture (OEHLENSCHLAGER, 1997).</b>	<b>23</b>
<b>Tableau n°10</b>	<b>Différentes techniques utilisées pour la mesure de la teneur en amines volatiles. Source : OEHLENSCHLAGER, 1997.</b>	<b>24</b>
<b>Tableau n°11</b>	<b>Valeurs limites de l'ABVT pour les poissons osseux selon la directive européenne 91/493</b>	<b>27</b>
<b>Tableau n°12</b>	<b>Echantillonnage de la sardine</b>	<b>29</b>
<b>Tableau n°13</b>	<b>Echelle de fraîcheur, règlement du conseil (ECC) N° 103/ 76 OJ N° L20 (28 janvier 1976) (ECC, 1976).</b>	<b>30</b>
<b>Tableau n°14</b>	<b>Résultats de l'appréciation organoleptique de la sardine</b>	<b>35</b>
<b>Tableau n°15</b>	<b>Résultats du dosage de l'ABVT.</b>	<b>36</b>

## **INTRODUCTION**

Les méthodes permettant d'apprécier la qualité du poisson et en particulier celles permettant d'évaluer l'état de fraîcheur et de salubrité des produits sont indispensables aux professionnels de la filière pêche.

Ces méthodes sont couramment utilisées lors des transactions entre acheteurs et vendeurs, lors de l'inspection par les services vétérinaires. Elles sont également indispensables pour les industriels notamment pour évaluer la qualité des matières premières.

La notion de fraîcheur signifie pour le poisson que toutes ses propriétés sont très proches de celles qu'il avait à l'état vivant et qu'il ne s'est écoulé qu'un court laps de temps depuis sa capture. Cependant à côté de la fraîcheur optimale (fraîcheur à  $t=0$ ) d'autres niveaux de fraîcheur (fraîcheur  $t > 0$ ) sont acceptables et même souhaités par le consommateur, le produit s'écartant plus au moins des caractéristiques du poisson vivant. La fraîcheur est donc un attribut du poisson en constante évolution qui ne s'applique pas seulement au poisson juste après sa capture mais aux différents états par lesquels il passe de sa capture jusqu'au moment où les phénomènes d'altération deviennent inacceptables.

Le terme de poisson frais doit être différencié de la notion de fraîcheur, il s'applique au poisson entier, et/ou étêté, éventuellement fileté, conservé sous glace sans autres additifs. (ANDRIE 2002).

Lors de son stockage post-mortem, la chair du poisson est le siège de réactions d'autolyse et de proliférations bactériennes. L'altération des produits qui en résulte, évolue en sens inverse de leur état de fraîcheur et elle entraîne des modifications organoleptiques traduisant une perte de leur qualité marchande (texture, couleur, odeur, goût désagréable), de leur qualité nutritive (perte de protéines et oxydation des lipides), et parallèlement de leur qualité sanitaire (multiplication bactérienne, apparition de substances toxiques). (ABGRALL, 1988).

Dans cette optique, des méthodes ont été développées afin d'évaluer l'état de fraîcheur des produits de la mer et de détecter la présence de substances ou organismes potentiellement dangereux.

Dans ce travail, une approche comparative de deux méthodes a été utilisée : la méthode organoleptique à travers le barème de cotation de l'indice de fraîcheur et la méthode chimique par le dosage de l'ABVT.

L'expérimentation a porté sur des échantillons de sardine.

## **CHAPITRE I/ Composition chimique du poisson :**

### **I.1. Principaux composants :**

La composition chimique du poisson varie considérablement d'une espèce et d'un individu à l'autre selon l'âge, le sexe, l'environnement, la saison et la technique de pêche (Reinitz *et al.* 1979)

Les principaux composants des poissons et des mammifères peuvent être classés selon les mêmes catégories et le Tableau 1 donne des exemples des différences entre les composants de divers poissons avec la composition du muscle de bœuf.

**Tableau 1 :** Principaux composants (en pourcentage) des muscles de poisson et de bœuf.

Source : Stansby, 1962, Love, 1970.

<b>Constituants</b>	<b>Poisson (filet)</b>			<b>Bœuf (muscle)</b>
	<b>Minimum</b>	<b>Intervalle normal</b>	<b>Maximum</b>	
<b>Protéines</b>	6	16-21	28	20
<b>Lipides</b>	0,1	0,2-25	67	3
<b>Hydrates de carbone</b>		<0,5		1
<b>Cendres</b>	0,4	1,2-1,5	1,5	1
<b>Eau</b>	28	66-81	96	75

Les variations de la composition chimique du poisson sont étroitement liées à son alimentation, aux déplacements migratoires et aux changements sexuels en rapport avec la ponte. Les poissons auront des périodes de famine pour des raisons naturelles ou physiologiques (telles que migration et frai) ou à cause de facteurs extérieurs tels que le manque de nourriture.

Habituellement la ponte, qu'elle se produise après une longue migration ou non, fait appel à de très grandes dépenses d'énergie. Les espèces effectuant de longues migrations, avant d'atteindre des lieux spécifiques de ponte ou des rivières, peuvent utiliser des protéines en plus des lipides pour puiser de l'énergie et épuisent, de ce fait, leurs réserves à la fois de lipides et de protéines, ce qui conduit à une réduction générale de la condition physique du

## Partie bibliographique

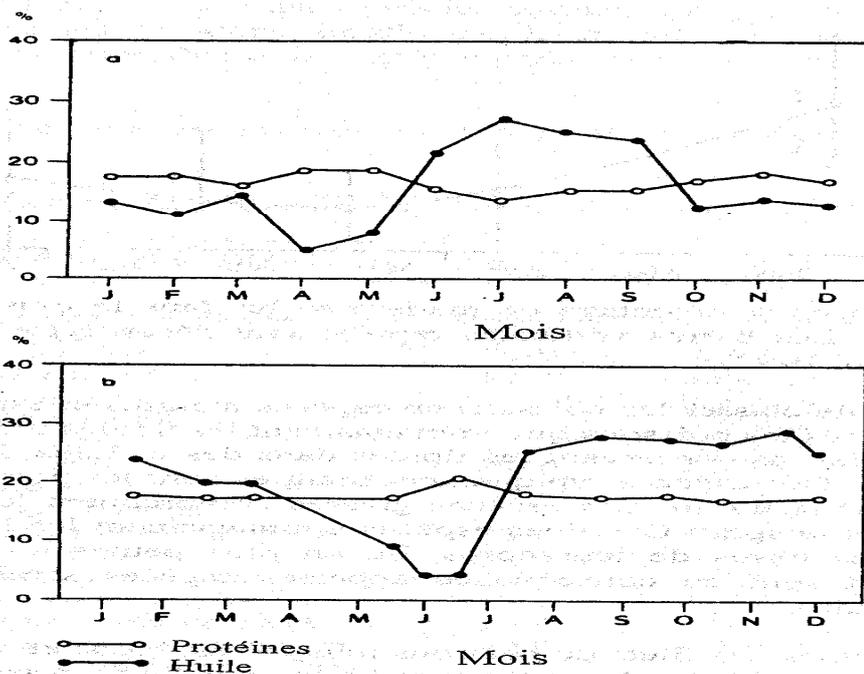
poisson. De plus, la plupart des espèces s'alimentent très peu durant leur migration de ponte et sont, de ce fait, incapables de se procurer de l'énergie par les aliments.

Durant les périodes d'alimentation intense, la teneur en protéines du tissu musculaire va d'abord augmenter jusqu'à un point dépendant de la quantité qui a été perdue, c'est-à-dire en rapport avec la migration de ponte. Ensuite la teneur en lipides va marquer une augmentation rapide. Après la ponte, le poisson reprend ses habitudes alimentaires et migre souvent pour trouver des sources adéquates de nourriture.

La fraction lipidique est le composant qui subit les variations les plus importantes.

La variation dans une espèce donnée montrera une courbe saisonnière caractéristique avec un minimum autour de la période de frai. La Figure 1 montre les variations caractéristiques chez le hareng (1a) et le maquereau (1b) de la Mer du Nord.

La fraction protéinique quant à elle est plutôt constante dans la plupart des espèces.



**Figure 1** : Variation saisonnière de la composition chimique des (a) filets de hareng (*Clupea harengus*) et (b) filets de maquereau (*Scomber scombrus*). Chaque point représente la valeur moyenne sur huit filets.

## Partie bibliographique

Pour classer les poissons en espèces maigres et espèces grasses, on considère que les poissons maigres sont ceux qui emmagasinent les lipides uniquement dans le foie et les poissons gras ceux conservant les lipides dans d'autres tissus du corps. Les espèces typiquement maigres sont les poissons de fond (cabillaud, le lieu noir et le merlu). Les espèces grasses comprennent les pélagiques (la sardine, le hareng, le maquereau et le sprat). Certaines espèces emmagasinent les lipides uniquement dans des parties limitées des tissus de leur corps, ou en plus petites quantités que les espèces typiquement grasses et sont appelées espèces semi-grasses, (par exemple barracuda, mullet et requin).

La teneur en graisse des poissons a des conséquences sur les caractéristiques techniques *post mortem*. Il en résulte une réduction du temps de conservation due à l'oxydation des lipides et des précautions spéciales doivent donc être prises (emballage sous vide, utilisation de substances anti-oxydantes ou chélatantes)

Les variations des teneurs en lipides, protéines, sels minéraux et en vitamines de la sardine sont données au tableau n°2

**Tableau 2** : Composition chimique de 100g de sardine (*Sardina pilchardus*)

Source : CIQUAL (centre informatique sur la qualité des aliments)

Santé Canada et NSFA (société française d'athérosclérose), janvier 2006.

<b>Energie</b>	163 kcal
<b>Protéines</b>	20,4 g
<b>Lipides</b>	9 g
<b>Glucides</b>	0,0 g
<b>Minéraux</b>	
<b>Phosphore</b>	270 mg
<b>Magnésium</b>	28 mg
<b>Calcium</b>	85 mg
<b>Sodium</b>	110 mg
<b>Fer</b>	1,4 mg
<b>Vitamines</b>	
<b>Vitamine A</b>	16 µg
<b>Vitamine D</b>	11 UI
<b>Vitamine B2</b>	0,25 mg
<b>Vitamine PP</b>	8,2 mg
<b>Vitamine B12</b>	6 µg

### **I.1.1. Les lipides :**

Les lipides présents dans les espèces de poissons téléostéens tel que la sardine peuvent être divisés en deux groupes principaux: les phospholipides et les triglycérides. Les phospholipides ou lipides structuraux constituent la structure intégrale des membranes des unités cellulaires. Les triglycérides sont des lipides utilisés pour entreposer l'énergie dans les dépôts de graisse, habituellement à l'intérieur de cellules grasses spéciales. On appelle souvent les triglycérides des graisses de dépôt. Quelques poissons ont des cires sous forme d'esters faisant partie de leurs graisses de dépôt.

Le muscle blanc d'un poisson maigre typique comme le cabillaud contient moins de 1% de lipides. Les phospholipides en constituent environ 90% (ACKMAN, 1980).

En plus des phospholipides, les membranes contiennent aussi du cholestérol qui contribue à leur rigidité. Dans les muscles des poissons maigres, il peut représenter jusqu'à environ 6% des lipides totaux.

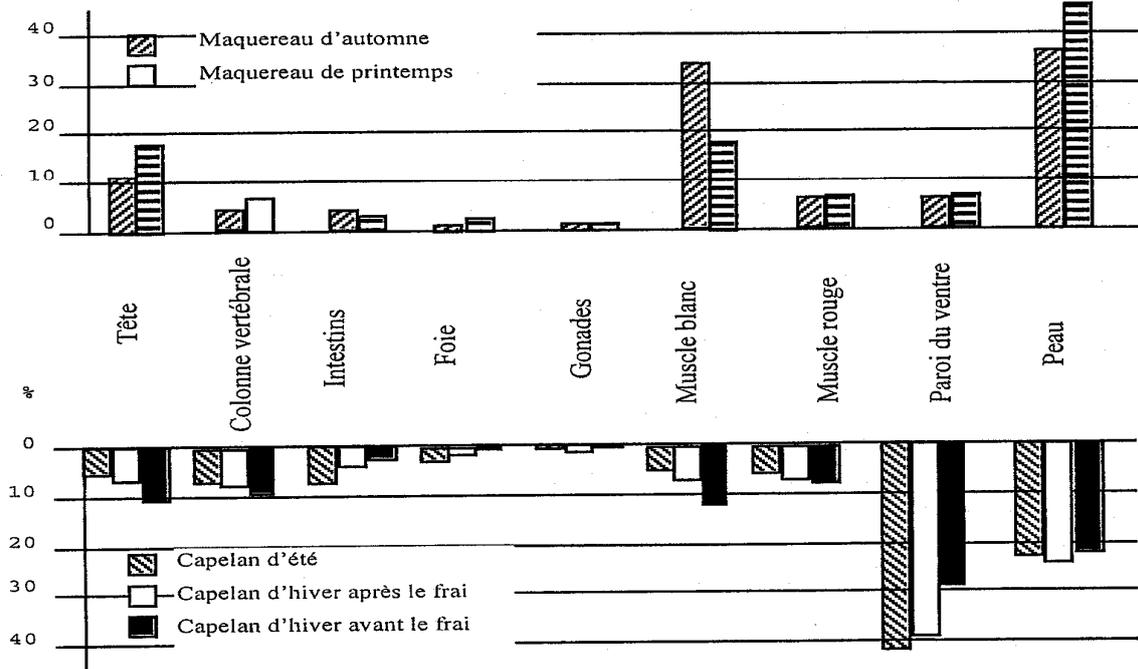
Les poissons maigres utilisent le foie comme réservoir d'énergie tandis que les poissons gras répartissent leurs lipides dans les cellules grasses à travers tout leur corps.

Les cellules grasses, constituant les dépôts de lipides dans les espèces grasses, sont typiquement situées dans le tissu sous-cutané, dans les muscles de la paroi abdominale et dans les muscles des nageoires de la queue et de la cavité abdominale.

On trouve aussi des dépôts de graisse répartis pratiquement dans toute la structure musculaire. A titre d'exemple, la Figure 2 montre la variation saisonnière du dépôt de graisse dans le maquereau et le capelan. On y voit que le taux de lipides dans les différents tissus varie considérablement. Les réserves de lipides sont typiquement utilisées pour les grandes migrations de frai et l'élaboration des gonades (ANDO *et al.* 1985).

## Partie bibliographique

Pourcentage total  
des matières grasses



**Figure 2 :** Répartition de l'ensemble des matières grasses dans différentes parties du maquereau (en haut) et du capelan (en bas) d'origine norvégienne (Lohne, 1976).

Les lipides des poissons diffèrent des lipides des mammifères. La différence principale tient au fait que les lipides du poisson incluent jusqu'à 40% d'acides gras à longue chaîne (14 à 22 atomes de carbone) qui sont hautement insaturés. La graisse des mammifères contiendra rarement plus de deux doubles liaisons par molécule d'acide gras alors que les dépôts gras du poisson contiennent plusieurs acides gras avec cinq ou six doubles liaisons (STANSBY et HALL, 1967).

Le pourcentage d'acides gras polyinsaturés ayant quatre, cinq ou six doubles liaisons est légèrement plus faible dans les acides gras polyinsaturés des lipides des poissons d'eau douce (environ 70%) que dans les lipides correspondants des poissons d'eau de mer (environ 88%) (STANSBY et HALL, 1967).

En plus de cela, les poissons dits gras tel que le saumon, les sardines, le maquereau et les huiles de poisson sont très riches en oméga 3 (acides gras polyinsaturés essentiels) ; qui ont de nombreuses vertus notamment, la prévention contre les maladies cardiovasculaires (source : AFSSA/CIQUAL).

Cependant, la composition des lipides n'est pas complètement fixe mais peut varier en fonction de l'alimentation et de la saison.

### **I.1.2. 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 (comparée à 40% chez les mammifères).
- 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 élasmobranches (comparé à 17% chez les mammifères).

Les protéines structurelles constituent le système contractile responsable du mouvement des muscles.

La majorité des protéines sarcoplasmiques sont des enzymes participant au métabolisme de la cellule, comme la transformation anaérobie de l'énergie du glycogène en ATP.

Les propriétés chimiques et physiques des protéines de collagène sont différentes dans les tissus tels que la peau, la vessie natatoire et le dans le muscle (MOHR, 1971). En général, les fibrilles de collagène forment une structure délicate en réseau avec une complexité variable dans les tissus conjonctifs suivant un schéma similaire à celui trouvé chez les mammifères. Cependant dans le poisson, le collagène est bien plus instable à la chaleur et contient moins de liaisons croisées mais celles-ci sont plus instables que le collagène des vertébrés à sang chaud. Le taux d'hydroxyproline est en général plus bas chez les poissons que chez les mammifères (SATO *et al.* 1989).

Différentes espèces de poisson contiennent des quantités variables de collagène dans leurs tissus. Celui ci, peut avoir également une influence sur les propriétés texturales du muscle de poisson (MONTERO et BORDERIAS, 1989).

Les protéines du poisson renferment tous les acides aminés essentiels qui ont, comme les protéines du lait, des œufs et de la viande de mammifères, une très haute valeur biologique (Tableau 3).

**Tableau 3** : Pourcentage d'acides aminés essentiels de différentes protéines (Sources: BRAEKKAN, 1976 ; MOUSTGARD, 1957)

<b>Acide aminé</b>	<b>Poisson</b>	<b>Lait</b>	<b>Bœuf</b>	<b>Œuf</b>
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	4,3	2,9	3,3
Valine	6,0	7,6	5,0	8,1

En plus des protéines de poisson déjà signalées, les protéines de base ou protamines trouvées dans la laitance des poissons mâles sont particulièrement intéressantes pour différentes raisons :

\* Elles adhèrent à la plupart des autres protéines moins basiques, permettant d'améliorer les propriétés fonctionnelles des autres protéines alimentaires (POOLE *et al.* 1987; PHILLIPS *et al.*, 1989). Il y a cependant un problème pour éliminer tous les lipides présents dans la laitance de la préparation de protéine car, aux concentrations prévues pour être utilisées dans l'alimentation, ceux-ci donnent une saveur désagréable.

\* Un autre caractère intéressant des protéines basiques est leur capacité à empêcher la croissance des micro-organismes (BRAEKKAN et BOGE, 1964; KAMAL *et al.* 1986). Ceci paraît être l'utilisation la plus prometteuse de ces protéines basiques dans l'avenir.

**I.1.3. Les extraits azotés :**

Les extraits azotés sont définis comme étant des composés de nature non protéique, solubles dans l'eau, de poids moléculaires faibles et renfermant de l'azote. Cette fraction ANP (Azote non protéique) constitue de 9 à 18% de l'azote dans les téléostéens.

Les composants principaux de cette fraction sont: des bases volatiles telles que l'ammoniac et l'oxyde de triméthylamine (OTMA), la créatine, les acides aminés libres, les bases nucléotides et bases puriques et, dans le cas des poissons cartilagineux, l'urée.

Le Tableau 4 donne une liste de quelques composants de la fraction ANP de différents poissons et des viandes de volaille et de mammifères.

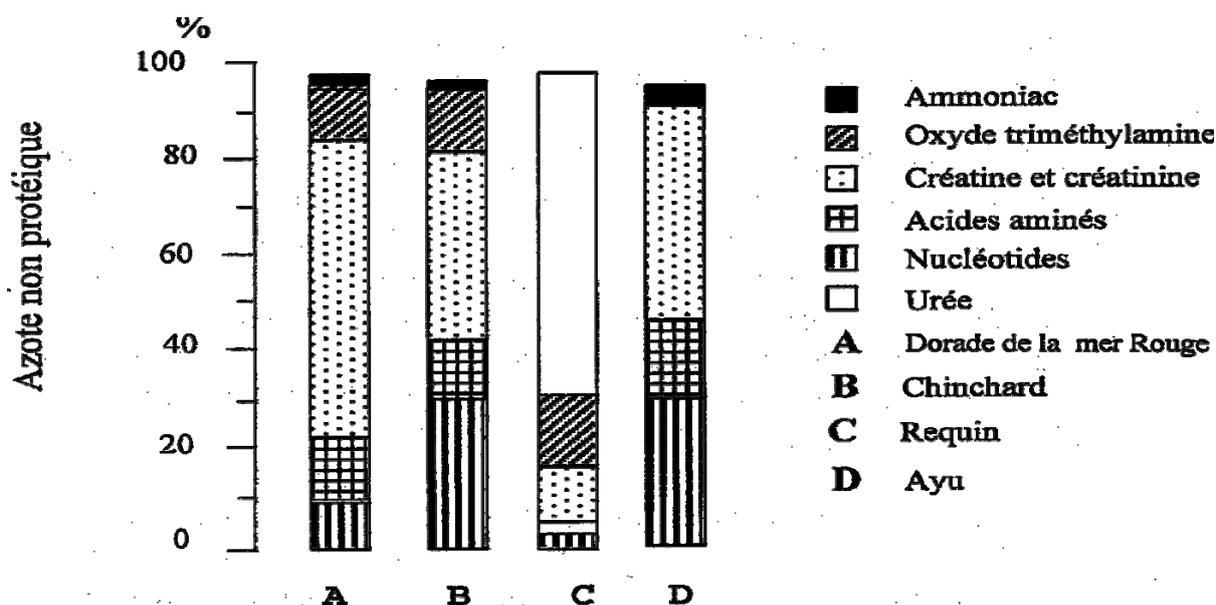
La Figure 3 donne un exemple de la distribution de différents composés dans la fraction ANP des poissons d'eau de mer et d'eau douce. On notera que la composition varie d'une espèce à l'autre mais également au sein d'une même espèce suivant la taille, la saison, l'échantillon de muscle, etc.

**Tableau 4 :** Principales différences dans les extraits de muscles

<sup>1</sup> L'unité dans ce tableau indique le poids moléculaire total du constituant. (Source: SHEWAN, 1974).

Constituant en mg/ 100g	Poisson			Crustacés	Volaille Muscle de la cuisse	Muscle de mammifère
	Cabillaud	Hareng	Requin			
Poids humide <sup>1</sup>				Homard		
1) Extrait total	1200	1200	3000	5500	1200	3500
2) Acides aminés libres						
Totaux	75	300	100	3000	440	350
Arginine	<10	<10	<10	750	<20	<10
Glycine	20	20	20	100-1000	<20	<10
Acide glutamique	<10	<10	<10	270	55	36
Histidine	<1,0	86	<1,0	---	<10	<10
Proline	<1,0	<1,0	<1,0	750	<10	<10
3) Créatine	400	400	300	0	---	550

4) Bétaine	0	0	150	100	---	---
5) Oxyde de triméthylamine	350	250	500-1000	100	0	0
6) Ansérine	150	0	0	0	280	150
7) Carnosine	0	0	0	0	180	200
8) Urée	0	0	2000	---	---	35



**Figure 3** : Distribution de l'azote non protéique dans les muscles de deux poissons osseux marins (A, B), un élastombranché (C) et un poisson d'eau douce (D) (Konosu et Yamaguchi, 1982; Suyama *et al.* 1977).

L'OTMA constitue une part importante et caractéristique de la fraction ANP dans les espèces marines. Ce composant se trouve dans toutes les espèces de poissons marins, à des taux variant de 1 à 5% du tissu musculaire (poids net) mais est pratiquement absent chez les poissons d'eau douce et les organismes terrestres (ANDERSON et FELLERS, 1952; HEBARD *et al.* 1982).

STROEM *et al.* (1979) ont montré que l'OTMA est formé par biosynthèse dans certaines espèces de zooplancton. Ces organismes possèdent une enzyme (TMA mono-oxygénase) qui oxyde la triméthylamine (TMA) en OTMA. La TMA se trouve généralement dans les plantes marines de même que de nombreuses autres amines méthylées (monométhylamine et diméthylamine). Les poissons qui mangent du plancton peuvent obtenir leur OTMA en se

## Partie bibliographique

nourrissant de zooplancton (origine exogène). BELINSKI (1964) et AGUSTSSON et STROEM (1981) ont montré que certaines espèces de poissons sont capables de synthétiser l'OTMA à partir de la TMA, mais en faible quantité.

Le système TMA-oxydase est localisé dans les microsomes des cellules et utilise la présence de phosphate nicotinamide adénine dinucléotide (NADPH):



Selon TOKUNAGA (1970), les poissons pélagiques (sardines, thon, maquereau) ont leur concentration la plus forte en OTMA dans le muscle rouge alors que les poissons démersaux à chair blanche ont un pourcentage bien plus important dans le muscle blanc.

Chez les élasmobranches, l'OTMA jouerait un rôle d'osmorégulation et on a démontré que le transfert de petites raies dans un mélange d'eau douce et d'eau de mer produisait une réduction de 50% de l'OTMA intracellulaire. Le rôle de l'OTMA chez les téléostéens est plus incertain.

Plusieurs hypothèses ont été proposées à ce sujet:

- \* L'OTMA est essentiellement un déchet, une forme détoxifiée de TMA
- \* L'OTMA est un osmorégulateur
- \* L'OTMA fait fonction "d'antigel"
- \* L'OTMA n'a pas de fonction spécifique. Il s'accumule dans le muscle quand le poisson se nourrit d'aliments contenant de l'OTMA.

Selon STROEM (1984), on estime à présent que l'OTMA joue généralement un rôle d'osmorégulation.

Quantitativement le principal constituant de la fraction ANP est la créatine. Dans un poisson au repos, la plus grande partie de la créatine est phosphorylée et fournit de l'énergie pour la contraction musculaire.

La fraction ANP contient aussi une teneur assez importante en acides aminés libres. Ceux-ci représentent 630mg /100g de muscle blanc dans le maquereau (*Scomber scombrus*), de 350 à 420mg /100g dans le hareng (*Clupea harengus*) et de 310 à 370mg /100g dans le capelan (*Mallotus villosus*). L'importance relative de ces acides aminés varie selon les espèces. La taurine, l'alanine, la glycine et les acides aminés contenant l'imidazole semblent prédominer dans la plupart des poissons. Parmi ces acides aminés à noyau imidazole, l'histidine a beaucoup attiré l'attention car elle peut être microbiologiquement décarboxylée en histamine. Les espèces actives à chair rouge comme le thon et le maquereau ont une forte teneur en histidine.

### **I.1.4. Les glucides :**

Le poisson est pauvre en glucides à cause d'une glycogénolyse très active. Le glycogène qui est une forme de stockage du glucose dans le muscle du poisson, représente les glucides du poisson (MONVOISIN A., 1947).

Il est difficile de déterminer avec certitude la quantité du glucose libre dans la chair du poisson du fait que le glycogène se décompose très rapidement après la mort (SANCLIVIER M., 1983).

### **I.1.5. Les vitamines et sels minéraux :**

La teneur en vitamines 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, A et D. En ce qui concerne les éléments minéraux, 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 5 et 6 donnent une liste des teneurs en vitamines et en éléments minéraux.

**Tableau 5:** Vitamines du poisson.

<sup>1</sup> Foie entier. Source: MURRAY et BURT, 1969.

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

**Tableau 6 :** Quelques minéraux présents dans le muscle du poisson.

Source: MURRAY et BURT, 1969.

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

La teneur en vitamines est comparable à celle des mammifères exception faite pour les vitamines A et D que l'on trouve en grandes quantités dans la chair des espèces grasses et en abondance dans le foie de certaines espèces comme le cabillaud et le flétan. Il faut noter que la teneur en sodium dans la chair du poisson est relativement basse, ce qui le rend compatible avec un régime hyposodé.

## **CHAPITRE II / Evolution du poisson après la capture :**

### **II.1. 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 après la capture concernent l'apparence et la texture. Le goût caractéristique des espèces se développe normalement pendant les deux premiers jours de la conservation sous glace.

Le changement le plus important est l'établissement de la *rigor mortis* : les muscles se contractent, le corps durcit et se raidit. Cet état est rapide et fugace. Ensuite, le muscle se détend à nouveau et devient 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 l'autre et est affecté par la température, la manutention, la taille et la condition physique du poisson (Tableau 7).

L'effet de la température sur la rigor n'est pas uniforme. Dans le cas du cabillaud, une température élevée crée l'apparition rapide d'une rigor mortis très forte. On doit l'éviter car des fortes tensions pendant la rigor peuvent créer des discontinuités, c'est-à-dire des affaiblissements du tissu conjonctif et une rupture du filet.

## Partie bibliographique

On admet généralement que l'apparition et la durée de la rigor mortis sont plus rapides à température élevée.

La rigor mortis s'installe immédiatement ou très rapidement après la mort quand le poisson est affamé et que les réserves de glycogène sont épuisées ou si le poisson est fatigué.

La signification technologique de la rigor mortis a une importance majeure.

Si le poisson est cuit pré-rigor, la texture sera très molle et pâteuse. Au contraire, si le poisson est cuit en état de rigor la chair sera dure mais pas sèche. Post-rigor, la chair deviendra ferme, élastique et succulente.

**Tableau 7:** Apparition et durée de la rigor mortis dans différentes espèces de poissons.

<b>Espèce</b>	<b>Condition</b>	<b>Température (°C)</b>	<b>Temps écoulé entre la mort du poisson et l'apparition de la rigidité cadavérique (heures)</b>	<b>Temps écoulé entre la mort du poisson et la fin de la rigidité cadavérique (heures)</b>
<b>Mérou</b> <i>(Epinephelus malabaricus)</i>	Au repos	2	2	18
<b>Tilapia bleu</b> <i>(Aeochromis aureus)</i>	Fatigué Au repos	0 0	1 6	
<b>Anchois</b> <i>(Engraulis anchoita)</i>	Fatigué	0	18	20-30
<b>Rouget</b> <i>(Sebastes spp.)</i>	Fatigué	0	12	22

**Sources:** HWANG et al., 1991; IWAMOTO et al., 1987; KORHONEN et al., 1990; NAKAYAMA et al., 1992; NAZAR et MAGAR, 1963; PARTMANN, 1965; PAWAR et MAGAR, 1965; STROUD, 1969; TRUCCO et al., 1982.

## Partie bibliographique

L'évaluation sensorielle du poisson frais sur les marchés et aux débarcadères se fait en vérifiant l'aspect, la texture et l'odeur. La plupart des systèmes d'évaluation se basent sur les modifications qui se produisent pendant le stockage dans la glace fondante. L'aspect du poisson stocké au froid sans glace ne change pas autant que celui du poisson sous glace, mais le poisson s'abîme plus vite et un examen de la flaveur du poisson cuit devient nécessaire. De ce fait, une connaissance des conditions temps/température s'avère nécessaire au débarquement.

Les changements sensoriels caractéristiques dans le poisson post mortem varient considérablement suivant l'espèce de poisson et la méthode de stockage.

Le schéma caractéristique de la détérioration du poisson conservé sous glace se caractérise par quatre phases :

**Phase 1 :** Le poisson est très frais avec une saveur douce et délicate d'algues. Le goût peut être légèrement métallique. Dans le cabillaud, le merlan, l'églefin et le flétan, la saveur douce atteint son maximum, 2 à 3 jours après capture.

**Phase 2 :** Il y a une perte de l'odeur et de la saveur caractéristiques. La chair devient neutre mais sans arrière-goûts. La texture est encore plaisante.

**Phase 3 :** Des signes de détérioration apparaissent et un certain nombre de substances volatiles à l'odeur désagréable se forment suivant les espèces de poisson et le type d'altération (aérobie, anaérobie). Un des composants volatils peut être la triméthylamine (TMA) dérivée de la réduction bactérienne de l'oxyde de triméthylamine (OTMA). La TMA a une odeur de poisson caractéristique. Au début de cette phase, l'arrière-goût peut être légèrement aigre, fruité et légèrement amer surtout dans le poisson gras. Pendant les derniers stades se développent des odeurs, de chou, ammoniacales, sulfureuses et rances. La texture devient soit molle et aqueuse, soit dure et sèche.

**Phase 4 :** Le poisson peut être considéré comme altéré et putride : odeur sulfureuse et ammoniacale, texture collante et friable.

## **II.2. Changements bactériologiques :**

La chair du poisson sain, vivant ou fraîchement pêché est stérile car le système immunitaire du poisson empêche les bactéries de s'y multiplier. A la mort du poisson, le système immunitaire s'effondre et les bactéries peuvent proliférer librement. Pendant le stockage, elles envahissent la chair en se déplaçant entre les fibres musculaires. MURRAY et SHEWAN (1979) ont trouvé que seul un nombre très limité de bactéries envahissent la chair pendant la conservation sous glace. RUSKOL et BENDSEN (1992) ont montré que les bactéries peuvent être détectées au microscope dans la chair, stockée sous glace ou à température ambiante, quand le nombre d'organismes à la surface de la peau dépasse  $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>.

Du fait que seul un nombre limité de microorganismes envahit réellement la chair et que le développement microbien se situe essentiellement à la surface, l'altération s'avère probablement, pour une grande part, être une conséquence de la diffusion des enzymes bactériennes dans la chair et des nutriments à l'extérieur.

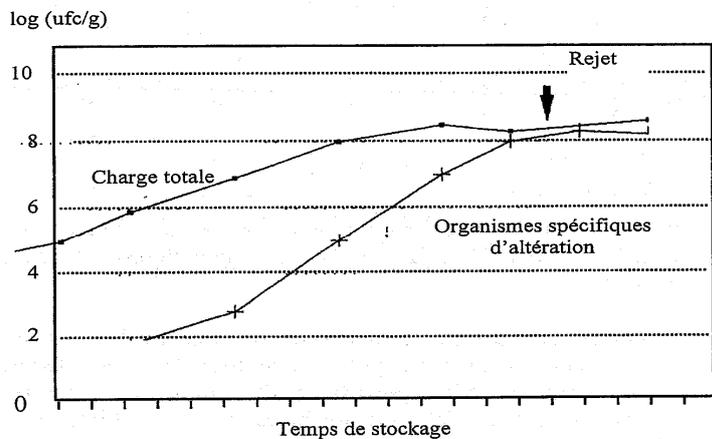
Le poisson s'altère à des vitesses très variables. Certains auteurs expliquent ce fait par des différences dans les propriétés de la surface du poisson. Les peaux des poissons ont des textures très différentes. Ainsi, le merlan (*Merlangius merlangus*) et le cabillaud (*Gadus morhua*) qui ont un tégument très fragile s'abiment rapidement comparés à différents poissons plats comme le carrelet qui possède un derme et un épiderme très robustes. Ces derniers ont de plus une couche épaisse de mucus qui comprend plusieurs substances antibactériennes tels que des anticorps et des enzymes bactériolytiques (MURRAY et FLETCHER, 1976; HJELMLAND et al. 1983).

Les bactéries du poisson pêché dans les eaux tempérées entreront dans la phase de croissance exponentielle presque immédiatement après la mort du poisson. 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 cm<sup>2</sup> de peau. Pendant la conservation à température ambiante, elles atteignent près de  $10^7 - 10^8$  UFC en 24 heures (GRAM, 1990; GRAM et al., 1990)..

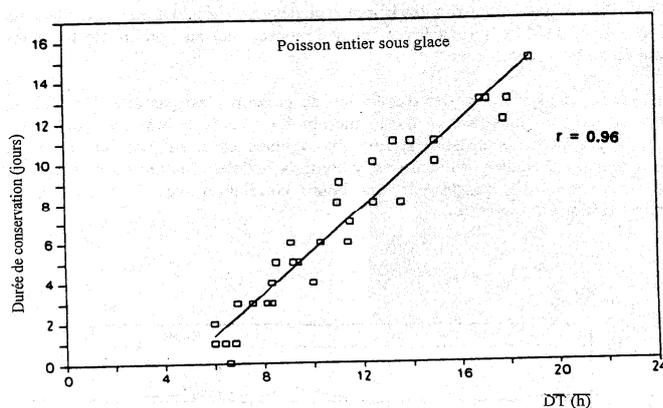
La composition de la microflore varie également de façon très importante pendant le stockage. Ainsi, dans la conservation sous glace en aérobiose, la flore est composée presque exclusivement de *Pseudomonas spp.* et *Shewanella putrefaciens* après 1 à 2 semaines. Ceci serait dû à leur temps de génération relativement court à basse température (MORITA, 1975; DEVARAJU et SETTY, 1985). A température ambiante (25°C), la microflore au stade de l'altération est dominée par les mésophiles *Vibrionaceae*, et particulièrement, si les poissons sont pêchés dans des eaux polluées, par les *Enterobacteriaceae*.

## Partie bibliographique

On doit faire une distinction claire entre les termes flore d'altération et bactérie d'altération car la première décrit simplement les bactéries présentes sur 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. Une grande partie des bactéries présentes sur le poisson altéré ne joue aucun rôle dans son altération (Figure 4). Chaque poisson possède ses propres bactéries spécifiques d'altération dont le nombre à l'opposé du nombre total de bactéries, sera en rapport avec la durée de conservation. La Figure 5 montre que l'on peut prédire la durée limite de conservation du cabillaud glacé d'après le temps de détection conductimétrique (dans un bouillon à base d'OTMA) qui est inversement proportionnel au nombre de bactéries produisant du sulfure d'hydrogène.



**Figure 4 :** Evolutions de la flore totale et des bactéries spécifiques d'altération au cours de la conservation (modifiée d'après DALGAARD, 1993).



**Figure 5 :** Comparaison entre la durée limite de conservation du cabillaud congelé et le temps de détection dans un bouillon de culture à l'OTMA (JORGENSEN et al. 1988).

## Partie bibliographique

Pour sélectionner les bactéries potentielles d'altération dans une flore d'altération, on peut utiliser un essai qualitatif évaluant la capacité des bactéries à produire du H<sub>2</sub>S et/ou réduire l'OTMA. Un milieu de culture permettant de détecter la réduction de l'OTMA en TMA par un changement de la couleur d'un indicateur redox et la formation de H<sub>2</sub>S par formation d'un précipité noir de sulfure de fer (FeS), a été mis au point par GRAM et al. (1987).

On a identifié *Shewanella putrefaciens* comme la bactérie responsable de l'altération du poisson des eaux tempérées conservé en aérobiose sous glace. Si le produit est emballé sous vide, *Photobacterium phosphoreum* participe à l'altération et devient la bactérie spécifique de l'altération du poisson emballé sous CO<sub>2</sub>.

Le Tableau 8 donne un aperçu des bactéries spécifiques d'altération du poisson frais conservé sous glace et à température ambiante.

**Tableau 8 :** Microflore dominante et bactéries d'altération identifiées sur du poisson blanc frais (cabillaud) au moment de son altération (HUSS, 1994).

<b>Température de stockage</b>	<b>Atmosphère d'emballage</b>	<b>Microflore dominante</b>	<b>Organismes Spécifiques d'Altération (OSA)</b>
<b>0°C</b>	Aérobie	Psychrotrophe 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>
<b>5°C</b>	Aérobie	Bâtonnets psychrotrophes Gram-négatifs; ( <i>Vibrionaceae</i> , <i>S. putrefaciens</i> )	<i>Aeromonas spp.</i> <i>S. putrefaciens</i>
<b>20/30°C</b>	Aérobie	Bâtonnets capables de fermentation mésophiles Gram-négatifs ( <i>Vibrionaceae</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> )	<i>Aeromonas spp.</i> Mobile ( <i>A. hydrophila</i> )

### **II.3.Changements biochimiques produits par le développement bactérien durant la conservation et l'altération :**

Le poisson est un très bon substrat pour la croissance bactérienne car il contient une proportion importante en eau et en azote non protéique comme l'OTMA. Les glucides étant présents en faible proportion, une faible quantité d'acide lactique s'accumule après la mort. Cette acidification peu marquée (pH ultime 6.5-6.8) permet une multiplication microbienne précoce. Le substrat le plus important pour l'activité métabolique des bactéries est la fraction hydrosoluble incluant l'OTMA, les acides aminés libres et les nucléotides (IMP et Inosine).

A partir de ces substrats, les bactéries produisent une série de composés volatils participant à l'altération comme le TMA, des composés sulfurés, de l'ammoniac, des aldéhydes, des cétones, des esters, des hypoxanthine et autres composés de faible poids moléculaire (CHAN et al, 2006).

#### **II.3.1. Réduction de l'OTMA en TMA :**

L'oxydation par les microorganismes aérobies génère beaucoup plus d'énergie que la fermentation anaérobie. Ce sont les bactéries aérobies qui se multiplient initialement, en utilisant les hydrates de carbone et le lactate comme source d'énergie et l'oxygène comme accepteur final d'hydrogène, les produits terminaux étant le CO<sub>2</sub> et l'H<sub>2</sub>O. La croissance de ces organismes aérobies crée des microrégions anaérobies à la surface du poisson, favorisant la croissance des bactéries aérobie-anaérobies facultatives.

La présence de l'OTMA permet aux bactéries capables de réduire ce composé, de se développer, y compris en anaérobiose. L'oxyde de triméthylamine n'est pas utilisé comme substrat pour les bactéries mais comme accepteur final d'électrons. Il est indispensable pour la croissance rapide des bactéries quand l'oxygène se raréfie. La réduction de ce composé libère du TMA jouant un rôle dans l'odeur du poisson en lui conférant une saveur spécifique. Cette réaction nécessite également l'utilisation d'acides aminés libres ou de lactates (KJOSBAKKEN et LARSEN, 1974).

Plusieurs bactéries à gram négatif se développant dans le poisson, comme *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum*, *Aeromonas spp.* et des entérobactéries, sont capables d'utiliser l'OTMA comme accepteur final d'électrons. (JENSEN, 1980 ; HUSS, 1972).

Le TMA possède une odeur désagréable caractéristique au dessus du seuil de rejet. Il est le constituant principal de ce que l'on appelle l' « azote basique volatil total » (ABVT).

L'ammoniac est également un élément de l'ABVT. Il se forme plus tardivement, lors du processus d'altération, suite à la désamination des acides aminés par les bactéries (une petite

Partie bibliographique

partie est produite par autolyse). Chez les Elasmobranches, il s'accumule en quantités importantes car la chair de ces poissons est riche en urée, celle-ci se décompose en dioxyde de carbone et ammoniac.

## **II.4. Les processus d'altération :**

### **II.4.1. Dégradation des acides aminés :**

La majorité des odeurs dégagées lors de l'altération du poisson est le produit de la dégradation des acides aminés. La dégradation bactérienne des acides aminés sulfurés conduit à la formation de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), de méthyle mercaptan (CH<sub>3</sub>SH) à partir de la cystéine et du méthyle sulfure (CH<sub>3</sub>-S) à partir de la méthionine. Ils confèrent au poisson une odeur fétide et sont perceptibles à des niveaux de concentration très faibles, compromettant ainsi fortement la qualité. Ces odeurs sont essentiellement produites par des *Pseudomonas* type putrefaciens et occasionnellement par *Pseudomonas fluorescens* et *Pseudomonas fragi*.

*Pseudomonas spp.* est capable de produire également différents aldéhydes, cétones et éthylesters. Ces derniers sont responsables des odeurs fruitées et sont des composés caractéristiques de la dégradation des acides aminés (GRAM et LEISNER, 1999).

La dégradation des acides aminés est également responsable de la formation d'amines comme la cadavérine, la putrescine et l'histamine, dérivant de la lysine, l'arginine et l'histidine.

L'histamine se forme après la mort après décarboxylation bactérienne de l'histidine. Les espèces les plus fréquemment incriminées sont celles présentant une teneur élevée en histidine, comme les scombridés (thon, maquereaux) et les clupéidés (Hareng, aloses, sardines).

Les bactéries responsables de la production de l'histamine sont les *Enterobacteriaceae*, *Vibrio spp* et un petit nombre de *Clostridium* et de *Lactobacillus spp*.

Les producteurs les plus puissants sont *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* et *Hafnia alvei*.

Il convient de signaler qu'une fois l'histamine produite dans le poisson, le risque d'intoxications alimentaires est considérable, l'histamine étant résistante à l'appertisation. Les symptômes apparaissent rapidement après consommation, ils sont dus à l'effet vasodilatateur de l'histamine (rougeur, œdème, urticaire, etc...) et disparaissent spontanément en quelques heures.

Des composés aromatiques et N-cycliques sont formés à partir de phénylalanine, tyrosine et tryptophane. De même, la valine, la leucine et l'isoleucine sont des précurseurs d'alcools et de

## Partie bibliographique

carbonyles à courtes chaînes. Tous ces métabolites sont à l'origine d'odeurs désagréables contribuant à l'altération de la chair du poisson.

### **II.4.2. Dégradation des protéines :**

Les bactéries impliquées dans l'altération post-mortem libèrent de nombreuses protéases. Ces enzymes participent à la perte de fermeté de la chair du poisson, notamment par la lyse des protéines du tissu de connexion et des protéines myofibrillaires. Dans les stades précoces de l'altération, les protéases bactériennes sont réprimées par la forte concentration en acides aminés libres. Dans les stades avancés, les acides aminés ayant été utilisés, les protéases sont déréprimées et reconstituent le pool d'acides aminés (SAINCLIVIER, 1983).

### **II.4.3. Dégradation des nucléotides :**

L'hypoxanthine, qui est responsable d'odeurs amères lors de son accumulation dans le poisson, est le produit de la dégradation de l'ATP et de ses dérivés. Les enzymes bactériennes poursuivent la dégradation commencée par voie autonymique. L'inosine et l'AMP sont transformés en hypoxanthine dont la teneur augmente au cours de la conservation.

### **II.4.4. Dégradation des lipides :**

Les acides gras sont également utilisés par les bactéries. Les produits de ces réactions sont à l'origine de cétones et d'aldéhydes à courtes chaînes conférant à la chair du poisson une odeur désagréable.

## **CHAPITRE III/ Les méthodes d'appréciation de la fraîcheur :**

### **III.1. La méthode sensorielle :**

L'examen sensoriel est la méthode la plus couramment utilisée pour l'inspection sanitaire des produits de la pêche. Cette méthode est basée sur l'appréciation de la fraîcheur à partir d'un examen visuel du poisson.

Cet examen est subjectif mais nécessaire pour évaluer la fraîcheur des produits de la pêche, il est cité dans la plupart des règlements internationaux. Chaque caractère est noté conformément aux indications du barème de cotation. Les chiffres vont de 0 à 3 (3 étant l'état le plus frais).

**L'indice d'altération est égal à la moyenne arithmétique des notes attribuées aux différents caractères observés sur le poisson**

Tout poisson présenté à l'état frais ou réfrigéré, dont l'indice d'altération dépasse 0 devrait être considéré comme impropre à la consommation humaine (Règlement (CE) n° 2406/96 du Conseil du 26 novembre 1996).

### **III.2. Les méthodes physiques :**

- L'utilisation des propriétés électriques de la chair du poisson à l'aide d'un voltmètre (SAINCLIVIER.M.1983); les propriétés électriques de la peau et des tissus se modifient après la mort, il est donc possible de mesurer les changements post-mortem ou le degré d'altération.
- Méthode volatils reducing substances (VRS) : un courant d'air passe sur l'échantillon, se charge des composés volatils et par barbotage dans une solution de permanganate de potassium, les réduisent, provoquant un changement de couleur.
- La mesure du pH : le pH de la chair peut donner des informations intéressantes sur l'état du poisson. La mesure est effectuée avec un pH mètre placé soit directement à l'intérieur de la chair, soit dans une suspension de poisson dans de l'eau distillée.
- L'indice de réfraction de l'œil du poisson.

### **III.3. Les méthodes chimiques :**

Les phénomènes d'autolyse et les réactions métaboliques des bactéries en multiplication modifient considérablement les concentrations de certains composés de la chair du poisson.

Les composés utilisés comme substrats dans ces réactions voient leur concentration diminuer et les métabolites qui en résultent s'accumuler s'ils ne sont pas réutilisés.

## Partie bibliographique

Divers composés ont été proposés comme indicateurs de fraîcheur ou d'altération. De plus, de nombreuses techniques ont été développées pour un même composé.

### **III.3.1. Dosage de l'azote basique volatil total (ABVT) ou de ces constituants :**

Les amines volatiles sont responsables de l'odeur et de la saveur caractéristique du poisson. Ces amines sont présentes dans les poissons de mer à des niveaux très faibles juste après la capture. Leur concentration varie ensuite suivant les espèces, la température, le temps de conservation et d'autres facteurs (voir tableau 9). Ces amines sont les constituants les plus caractéristiques et les plus importants de l'azote non-protéique. Il s'agit de l'ammoniac, du diméthylamine (DMA), du triméthylamine (TMA), et de l'oxyde de triméthylamine (OTMA) qui est la source principale de DMA et TMA. L'azote basique volatil total (ABVT) est un mélange d'ammoniac, de DMA et TMA. (ANDRIE, 2002).

**Tableau 9 :** Concentrations moyennes en DMA, TMA, OTMA et ABVT dans la chair du poisson juste après la capture, (OEHLenschlager, 1997).

<b>AMMONIAC</b>	10 mg/100g en moyenne (de 7 à 15 mg/100g).
<b>DMA</b>	0,2 mg/100g en moyenne (de 0,1 à 0,4 mg/100g)
<b>TMA</b>	2 mg/100g en moyenne (de 1 à 4 mg/100g)
<b>OTMA</b>	Très variable selon les espèces : -espèces pélagiques comme le hareng, le maquereau : <30 mg/100g. -gadidés, merlu : 120mg/100g. -Elasmobranches : valeurs très supérieures.
<b>ABVT</b>	20 mg/100g en moyenne (10 à 25 mg/100g).

#### **III.3.1.1. Techniques de dosage utilisées :**

De nombreuses méthodes ont été développées pour la mesure des différents constituants de l'ABVT. La communauté européenne a fixé par la décision communautaire du 8 mars 1995 des seuils pour certaines espèces ainsi que des méthodes de référence pour la mesure de l'ABVT. (Voire tableau 10).

**Tableau 10** : Différentes techniques utilisées pour la mesure de la teneur en amines volatiles.

Source : OEHLENSCHLAGER, 1997.

<b>Ammoniac</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Techniques de micro diffusion</li> <li>-Test enzymatique</li> <li>-Chromatographie phase gazeuse</li> <li>-Electrodes à ion spécifique</li> <li>-Capteurs de gaz (Nez électronique)</li> </ul>
<b>DMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Méthodes photométriques</li> <li>-Electrodes spécifiques</li> <li>-Chromatographie phase gazeuse</li> <li>-Spectroscopie infrarouge</li> <li>-Capteurs de gaz (Nez électronique)</li> </ul>
<b>TMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Méthodes photométriques</li> <li>-Electrodes spécifiques</li> <li>-Micro diffusion</li> <li>-Chromatographie des gaz</li> <li>-Spectrophotométrie de masse</li> <li>-Chromatographie phase gazeuse de l'espace de tête</li> <li>-Capteurs de gaz (Nez électronique)</li> </ul>
<b>OTMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Micro diffusion</li> </ul>
<b>ABVT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Méthode de micro diffusion décrite par Conway et Byre (1933).</li> <li>-Méthode de distillation directe décrite par Antonacopoulos (1968)</li> <li>-Méthode de distillation d'un extrait déprotéinisé par l'acide trichloracétique Billon(1968)</li> <li>-Mesure en flux continu (Flow injection analyse)</li> </ul>

### **III.3.1.2. Evolution de la concentration des différentes amines volatiles durant le stockage sous glace :**

Lors du stockage sous glace, on constate une augmentation des concentrations en DMA, TMA et ABVT, et une diminution de la concentration en OTMA. Des études menées sur différentes espèces conservées sous glace pendant 4 semaines ont permis de connaître l'évolution dans le temps de la concentration des différents constituants. (OEHLENSCHLAGER, 1997).

#### **III.3.1.2.1. Ammoniac :**

Dans les premiers jours de stockage, l'ammoniac contenu dans les poissons de mer conservés sous glace reste à une concentration relativement voisine de celle du poisson vivant. La concentration augmente ensuite (entre le septième et le douzième jour) et se poursuit toute la durée du stockage, la concentration finale étant très variable d'une espèce à l'autre (ANDRIE, 2002).

L'ammoniac est donc un mauvais indicateur de l'état de fraîcheur, c'est simplement un indicateur d'une altération avancée.

#### **III.3.1.2.2. Diméthylamine :**

L'évolution de la concentration en DMA est différente pour les poissons qui synthétisent l'OTMAase (cette enzyme permet la transformation de l'OTMA en DMA et formaldéhyde) de ceux qui en sont incapables. Chez les poissons qui possèdent cette enzyme (Haddock, merlan) on observe durant la première semaine une augmentation incessante de la concentration avec des valeurs comprises entre 4 et 7mg de DMA pour 100g. On constate un arrêt soudain de cette augmentation après une semaine environ. La concentration en DMA oscille autour de 6mg/100g les jours suivants et pendant toute la durée du stockage. L'inhibition par l'oxygène de l'enzyme OTMAase est à l'origine de cet arrêt brutal de l'accumulation de DMA (CHAN et al, 2006).

Chez ces espèces le DMA est un très bon indicateur de fraîcheur pendant la première semaine de stockage.

#### **III.3.1.2.3. Triméthylamine :**

Comme l'ammoniac, le TMA conserve une concentration relativement stable pendant une dizaine de jours. Ensuite, sous l'effet de l'activité microbienne la concentration en TMA augmente pendant toute la durée du stockage. Le TMA qui est produit chez toutes les espèces

## Partie bibliographique

de poisson est un excellent indicateur de l'altération bactérienne. Par contre, il n'apporte aucune information les 10 premiers jours de conservation sous glace. (ANDRIE, 2002).

### **III.3.1.2.4. Azote basique volatil total :**

Durant la première semaine de stockage sous glace, le taux d'ABVT reste proche de celui du poisson vivant.

La concentration augmente ensuite constamment pour atteindre des valeurs comprises entre 25 et 50mg /100g lorsque le poisson devient impropre à la consommation.

L'ABVT comme le TMA sont de bons indicateurs de l'altération du poisson, mais ils ne peuvent pas être utilisés comme indicateurs de fraîcheur. (ANDRIE, 2002).

Actuellement, on préfère utiliser le rapport TMA / ABVT exprimé en pourcentage que l'on appelle facteur P. En effet, il donne des éléments sur la composition en ABVT et puisque c'est un rapport, il subit moins l'incidence des facteurs affectant à la fois les teneurs en TMA et ABVT qu'il s'agisse de l'espèce ou du taux de graisse.

Pour la plus part des espèces, un rapport TMA/ABVT supérieur à 50% est le signe d'une altération du poisson.

Plusieurs facteurs affectent la teneur en bases azotées volatiles et donnent une discordance entre le taux d'ABVT et le niveau réel d'altération par exemple : l'espèce, le cycle sexuel, la nourriture, les conditions de conservations...etc. (MALLE, 1989).

### **III.3.1.2.5. Oxyde de triméthylamine :**

L'OTMA est la seule amine dont la concentration décroît durant le stockage sous glace. L'OTMA est donc un bon indicateur de l'état de fraîcheur et du niveau d'altération. Cependant, il faut absolument connaître, pour utiliser ce paramètre, la concentration initiale en OTMA qui varie considérablement d'une espèce à l'autre. Cet indicateur est donc réservé à des espèces dont les caractéristiques sont bien connues.

### **Remarques :**

- En général, il est plus judicieux de doser l'ABVT seulement si l'examen organoleptique révèle un doute sur la fraîcheur du poisson. (CEVPM, 2006).

- L'ABVT est difficilement interprétable :

- Pour les produits crus au ayant subi une transformation (salaison, fumaison, pasteurisation, stérilisation).
- Pour les poissons gras en général (particulièrement chez les saumons) car la corrélation entre taux d'ABVT et qualité organoleptique ou microbiologique est aléatoire. (MALLE et al. 1989).

## Partie bibliographique

- Dans le cas du poisson frais préemballé, les critères définis précédemment ne sont pas applicables car les amines volatiles sont plus ou moins retenues dans le conditionnement. A fraîcheur équivalente, les dosages conduisent donc à des taux d'amines volatils supérieurs à ceux que l'on trouve pour du poisson conservé sous glace fondante. (CVPM, 2006). Le tableau 11 nous donne les valeurs d'ABVT limites pour les poissons osseux.

**Tableau 11** : Valeurs limites de l'ABVT pour les poissons osseux selon la directive européenne 91/493

<b>Catégorie</b>	<b>mg-N/ 100g de chair</b>
<b>Poisson osseux</b>	
<b>E</b>	<b>Moins de 20</b>
<b>A</b>	<b>Entre 20 et 30</b>
<b>B</b>	<b>Entre 30 et 40</b>
<b>Retrait de la consommation</b>	<b>Plus de 40</b>

## Partie expérimentale

Notre partie expérimentale a consisté à évaluer l'état de fraîcheur de la sardine commercialisée au niveau de la wilaya d'Alger par 02 méthodes :

- L'analyse sensorielle selon le barème de cotation
- Le dosage de l'ABVT par la méthode de distillation à l'acide trichloracétique.

Pour cela 10 échantillons de sardine prélevés dans différents points de vente de poisson ont été analysés par chacune des méthodes.

### **I/ Buts et objectifs :**

Les objectifs de notre travail est :

- Apprécier la qualité du poisson commercialisé au niveau de la Wilaya d'Alger.
- Développer des méthodes d'évaluation de la fraîcheur autres qu'organoleptiques.
- Comparer 02 méthodes de détermination de l'indice de fraîcheur.

### **II/ Matériel et méthodes :**

#### **II.1. Matériel :**

- Enceinte isotherme (glacière) ;
- Balance de précision ;
- Distillateur (Appareil de Kjeldhal) ;
- Centrifugeuse ;
- Blender ;
- Filtre plissé de 150mm de diamètre à filtrage rapide ;
- Verrerie de laboratoire ;
- Solution d'acide trichloracétique à 7.5% ;
- Solution d'acide borique à 3% ;
- Solution de NAOH à 10% ;
- Solution standard d'acide chlorhydrique 0.05mol/l (0.05 N) ;
- Indicateur coloré TASHIRO ;
- Eau distillée ;
- Matériel de dissection.

## **II.2. Méthodes :**

### **II.2.1. Echantillonnage :**

Notre travail a porté sur dix échantillons de sardine. Nos prélèvements ont été effectués au niveau de différents marchés de la wilaya d'Alger.

La quantité de sardine prélevée par échantillon varie entre 6 à 8 pièces selon le calibre du poisson, de manière à pouvoir analyser 100g de chair. Le prélèvement a été réalisé de façon aléatoire sur une caisse de poisson prise au hasard, de même que les poissons ont été prélevés en surface, au milieu et en bas des caisses.

Nos échantillons ont été transportés sous glacière et acheminés directement au laboratoire de biochimie de l'Ecole Nationale Vétérinaire pour y être analysés le jour même. Chaque échantillon a été apprécié par l'examen organoleptique et un dosage de l'ABVT. Le tableau 12 nous donne pour chaque lot la date et le lieu du prélèvement.

**Tableau 12** : Echantillonnage de la sardine.

<b>N° du lot</b>	<b>Date</b>	<b>Lieu du prélèvement</b>
1	02/04/2008	El harrach
2	05/04/2008	El harrach
3	07/04/2008	El harrach
4	08/04/2008	El harrach
5	12/04/2008	Alger centre
6	13/04/2008	Alger centre
7	14/04/2008	Alger centre
8	15/04/2008	Chéraga
9	16/04/2008	Chéraga
10	19/04/2008	Chéraga

### **II.2.2. Analyse sensorielle :**

L'analyse sensorielle a été réalisée conformément au barème de cotation préconisé par l'union européenne : (règlement 103/76/CEE du 19/01/1976). voir tableau 13. Nous avons retenu les critères suivants : peau, œil, branchies, rigidité, péritoine et colonne vertébrale.

Chaque critère a été apprécié, noté puis nous avons calculé l'indice de fraîcheur selon la moyenne arithmétique et enfin nous avons procédé au classement du poisson.

**Tableau 13** : Echelle de fraîcheur: Règlement du Conseil (EEC) N° 103/76 OJ N° L20  
(28 Janvier 1976) (EEC, 1976).

<b>Critères</b>				
<b>Parties du poisson inspectées</b>	<b>Notes</b>			
	<b>3 Extra</b>	<b>2 A</b>	<b>1 B</b>	<b>0 C</b>
<b>Apparence</b>				
<b>Peau</b>	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
<b>Œil</b>	Convexe (gonflé); cornée transparente; pupille noire et brillante	Convexe et légèrement enfoncé; cornée légèrement opalescente; pupille noire et terne	Plat; cornée opalescente; pupille opaque	Concave au centre <sup>1</sup> ; cornée laiteuse; pupille grise
<b>Branchies</b>	Couleur brillante; pas de mucus	Moins colorées, quelques traces de mucus clair	En voie de décoloration; mucus opaque	Jaunâtres <sup>1</sup> , mucus laiteux
<b>Chair (de l'abdomen)</b>	Bleuâtre, translucide, lisse et brillante; pas de changement de la couleur initiale	Veloutée, cireuse, terne; couleur légèrement altérée	Légèrement opaque	Opaque <sup>1</sup>
<b>Couleur le long de la colonne</b>	Incolore	Légèrement rosée	Rose	Rouge <sup>1</sup>

## Partie expérimentale

<b>vertébrale</b>				
<b>Organes</b>	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
<b>Etat physique</b>				
<b>Chair</b>	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
<b>Colonne vertébrale</b>	Se casse au lieu de se détacher	Adhère	Adhère légèrement	N'adhère pas <sup>1</sup>
<b>Péritoine</b>	Adhère complètement à la chair	Adhère	Adhère légèrement	N'adhère pas <sup>1</sup>
<b>Odeur</b>				
<b>Branchies, peau, cavité abdominale</b>	Odeur d'algues	Pas de mauvaise odeur ni d'odeur d'algues	Légèrement aigre	Aigre <sup>1</sup>

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

Selon l'indice de fraîcheur obtenu, le poisson pourra être classé en quatre catégories:

- Extra frais : si l'indice de fraîcheur est supérieur à 2.7:
- Frais A : si l'indice de fraîcheur est compris entre 2 exclu et 2.7.
- Frais B: lorsque l'indice de fraîcheur est compris entre 1 exclu et 2.
- Lorsque l'indice de fraîcheur est inférieur ou égal à 1. On dit que le poisson appartient à la catégorie C. Il est considéré comme impropre à la consommation.

### **II.2.3. Dosage de l'ABVT :**

Le dosage de l'ABVT a été réalisé selon la méthode de distillation d'un extrait déprotéinisé par l'acide trichloracétique préconisée par la commission de l'Union Européenne (Directive UE 91/493).

#### **II.2.3.1. Mode opératoire:**

L'analyse doit se faire en double et la méthode est jugée correcte si la différence entre deux déterminations ne dépasse pas 2mg d'ABVT / 100g de chair.

Il faut réaliser un essai à blanc en utilisant 25ml d'acide trichloracétique à 7,5% au lieu de l'extrait.

##### **II.2.3.1.1. Préparation de l'échantillon :**

L'échantillon est :

- pesé puis haché dans un hachoir à viande et mélangé à 200ml de solution d'acide trichloracétique à 7,5%.
- homogénéisé dans une centrifugeuse à 3000 tours par 5 minutes.

##### **II.2.3.1.2. Filtration :**

- le liquide surnageant obtenu après centrifugation est filtré à l'aide d'un papier filtre de 150mm de diamètre à filtrage rapide.
- on récupère ainsi le filtrat dans une éprouvette graduée.

##### **II.2.3.1.3. Distillation à la vapeur :**

- l'appareil de distillation est allumé quelques minutes au préalable.
- 25ml de l'extrait sont placés dans l'appareil de distillation. On ajoute 6ml de NaOH à 10% et on commence la distillation.
- le débit de vapeur est réglé de façon à obtenir 100ml de distillat au bout de 10 minutes. Le tube de sortie du distillat est immergé dans un récipient contenant 10ml d'acide borique à 3% et 4 à 5 gouttes d'indicateur de Tashiro.
- lorsque le volume atteint 40ml, on arrête la distillation.

#### **II.2.3.1.4. Titration :**

Les bases volatiles contenues dans la solution d'acide borique sont titrées par une solution étalon d'acide chlorhydrique 0,05 N. le pH de virage doit être de 5,0 +/- 0,1.

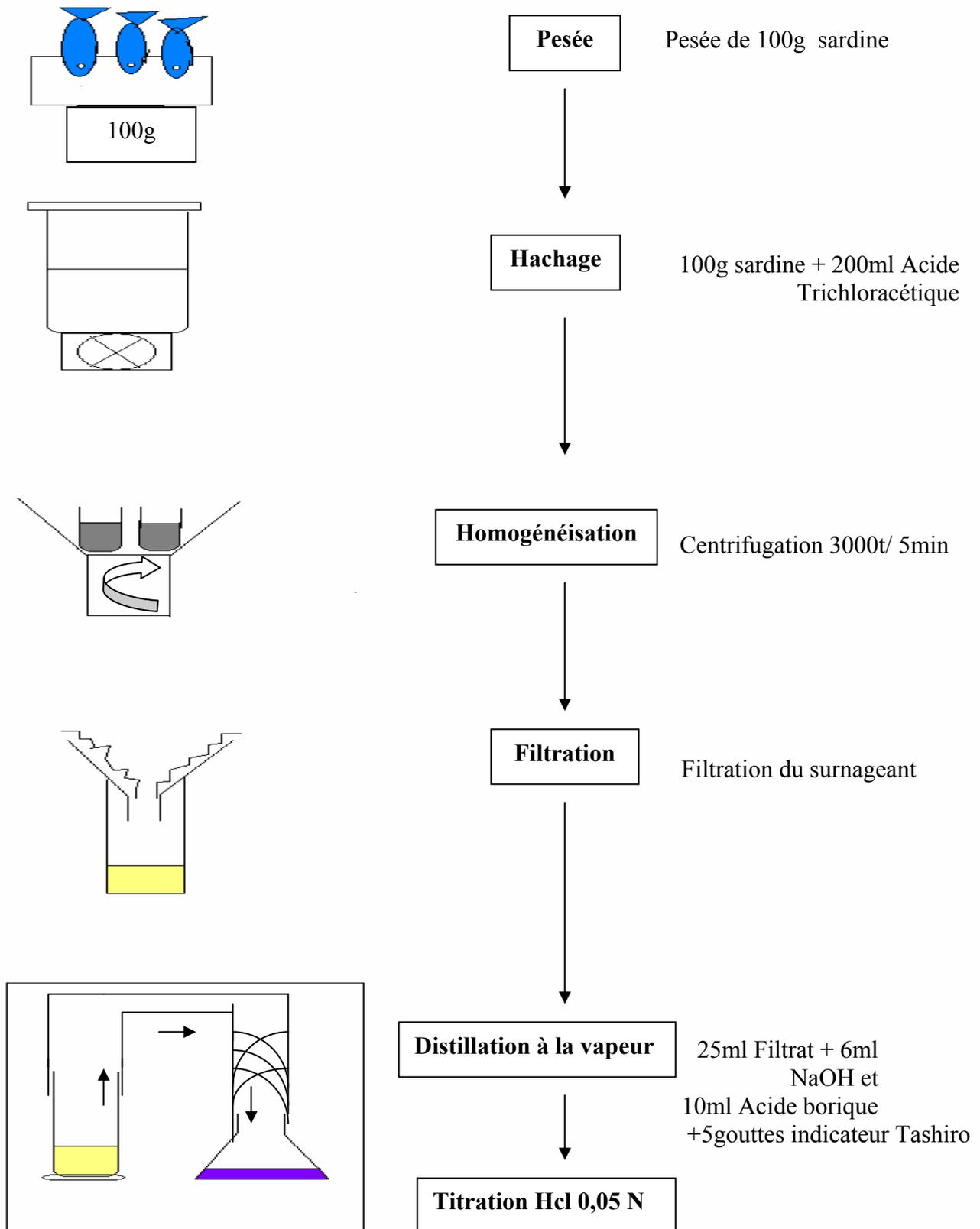
La teneur en ABVT est exprimée par la formule suivante :

$$\text{La teneur en ABVT (mg N /100g d'échantillon)} = (V1 - V0) \times 8.4$$

**V1** = volume d'acide chlorhydrique nécessaire pour neutraliser le distillat de l'échantillon.

**V0** = volume d'acide chlorhydrique nécessaire pour neutraliser le distillat du blanc.

Partie expérimentale



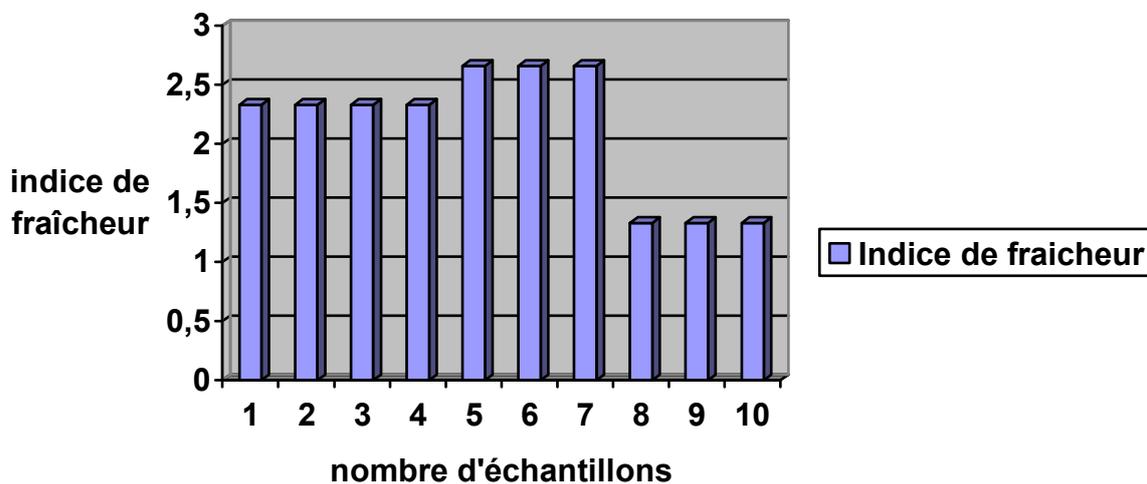
**Figure 6** : Diagramme des étapes du dosage de l'ABVT par la méthode de distillation à l'acide trichloracétique.

### III/ Résultats :

#### III.1. Analyse sensorielle :

**Tableau 14** : Résultats de l'appréciation organoleptique de la sardine.

Numéro de l'échantillon	Lieu du prélèvement	Indice de fraîcheur	Classement de l'échantillon
01	El harrach	2,33	Catégorie A
02	El harrach	2,33	Catégorie A
03	El harrach	2,33	Catégorie A
04	El harrach	2,33	Catégorie A
05	Alger centre	2,66	Catégorie A
06	Alger centre	2,66	Catégorie A
07	Alger centre	2,66	Catégorie A
08	Chéraga	1,33	Catégorie B
09	Chéraga	1,33	Catégorie B
10	Chéraga	1,33	Catégorie B



**Figure 7** : Histogramme des résultats de l'examen organoleptique.

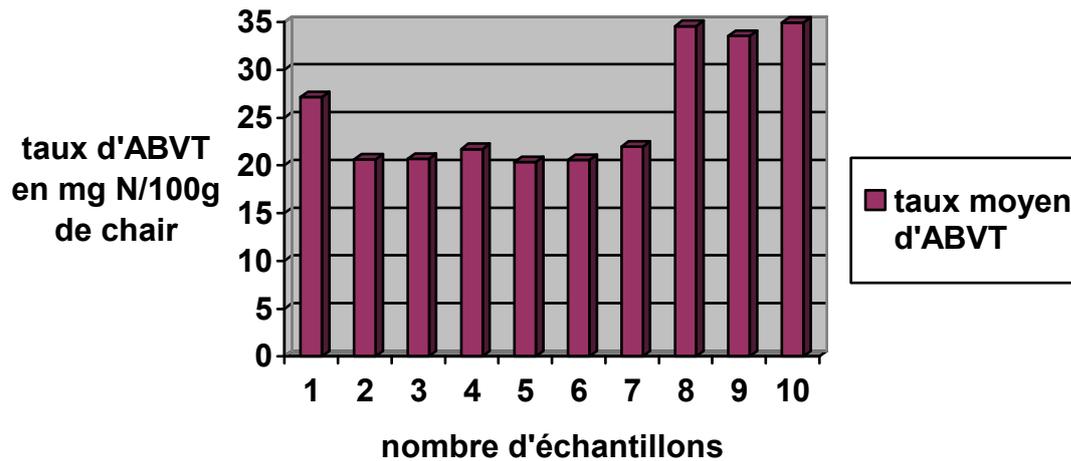
## Partie expérimentale

- Les échantillons 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 sont classés parmi la catégorie A ; c'est-à-dire que les poissons sont considérés comme étant en bon état de fraîcheur.
- Les échantillons 08, 09, 10 sont classés parmi la catégorie B ; c'est-à-dire que les poissons sont considérés comme acceptables et doivent être consommés rapidement, idéalement dans la journée.
- Aucun échantillon n'a été considéré comme Extra frais.
- Aucun échantillon n'a été considéré comme impropre à la consommation humaine c'est-à-dire d'un indice de fraîcheur inférieur à 1.

### III.2. Dosage de l'ABVT :

**Tableau 15:** Résultats du dosage de l'ABVT.

<b>Numéro de l'échantillon</b>	<b>Taux d'ABVT au 1<sup>er</sup> essai (mg N/100g)</b>	<b>Taux d'ABVT au 2<sup>nd</sup> essai (mg N/100g)</b>	<b>Différence entre les deux valeurs</b>	<b>Moyenne (mg N/100g)</b>	<b>Classement de l'échantillon</b>
<b>01</b>	26,71	27,55	0,84	27,13	Catégorie A
<b>02</b>	20,49	20,74	0,25	20,62	Catégorie A
<b>03</b>	20,58	20,74	0,16	20,66	Catégorie A
<b>04</b>	21,50	21,92	0,42	21,71	Catégorie A
<b>05</b>	19,82	20,83	1,01	20,33	Catégorie A
<b>06</b>	21,16	20,00	1,16	20,58	Catégorie A
<b>07</b>	21,84	22,09	0,25	21,97	Catégorie A
<b>08</b>	34,86	34,27	0,59	34,57	Catégorie B
<b>09</b>	34,10	33,01	1,09	33,56	Catégorie B
<b>10</b>	34,69	35,19	0,5	34,94	Catégorie B



**Figure 8** : Histogramme des résultats du dosage d'ABVT

- Les échantillons 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, sont classés parmi la catégorie A car les valeurs de l'ABVT sont comprises entre 20 et 30 mg N/ 100g de chair. Ils sont considérés comme étant en bon état de fraîcheur
- Les échantillons 08, 09 et 10 sont classés parmi la catégorie B car les valeurs de l'ABVT sont comprises entre 30 et 40 mg N/ 100g de chair. Ils doivent donc être consommés rapidement
- On remarque que les résultats de l'analyse chimique sont comparables à ceux de l'analyse sensorielle

## **DISCUSSION**

L'analyse sensorielle de nos échantillons de sardine a donné un indice de fraîcheur moyen de 2,13 correspondant à la classe A du barème de cotation chiffré.

Nos prélèvements ont été effectués le matin avant 9 heures alors que la température extérieure n'est pas encore très élevée.

Par ailleurs, nous avons constatés les mauvaises conditions hygiéniques de vente. Le poisson depuis sa capture, n'est jamais en contact avec la glace comme l'exige la réglementation. Par ailleurs, la nature des caisses d'emballage en bois ainsi que l'environnement immédiat ne font qu'accélérer le processus d'altération.

Concernant la méthode, même si elle paraît facile à exécuter, elle nécessite beaucoup d'expérience de la part de l'opérateur afin d'éviter les jugements subjectifs.

Une attention particulière doit être accordée aux critères d'altération spécifiques d'espèce. Pour la sardine, l'apparition d'une tâche rouge au niveau des opercules est un signe révélateur de perte de fraîcheur.

Le dosage de l'ABVT par la méthode de distillation d'un extrait déprotéinisé à l'acide trichloracétique, a révélé des résultats corroborant l'analyse sensorielle. Néanmoins, le nombre réduit des prises d'essai ne nous permet pas d'établir une corrélation réelle avec celle-ci. Ce serait intéressant d'identifier des taux d'ABVT excessifs sur des poissons jugés frais par l'examen organoleptique.

Concernant la technique, elle est précise et rapide, le mode opératoire est simple mais nécessite un appareillage spécifique et une attention particulière doit être accordée à la préparation des différentes solutions.

Mis à part l'investissement nécessaire, nous pouvons recommander cette technique aux laboratoires de contrôle des produits de la mer.

Enfin, concernant la qualité de la sardine commercialisée au niveau de la wilaya d'Alger, nous pouvons dire que son état de fraîcheur est acceptable aux heures de prélèvement.

La dégradation s'accéléralant avec le temps, nous recommandons de fixer une heure limite de vente du poisson frais.

## **CONCLUSION GENERALE**

La qualité du poisson frais est indissociable de la notion de fraîcheur. En effet, pour répondre aux exigences des consommateurs, le produit doit posséder des caractéristiques proches de celle du poisson juste après sa capture. Les phénomènes d'altération sont inéluctables et apparaissent dans un laps de temps beaucoup plus court que pour les autres denrées d'origine animale.

Les techniques d'évaluation mises au point ont permis de définir des critères sensoriel, biochimiques, physiques et microbiologiques témoins de cette perte de fraîcheur.

Les méthodes chimiques représentent à l'heure actuelle un outil fiable utilisé dans le contrôle de la qualité des produits de la mer.

Complémentaire à l'analyse sensorielle, le dosage de l'ABVT, utilisable en routine constitue un élément d'appréciation du niveau d'altération du poisson frais. D'autres paramètres gardent toute leur importance comme l'analyse microbiologique et les nouvelles techniques en cours d'expérimentation.

### **Références bibliographiques**

- **ABABOUC LAHSEN, 1994.** Recueil des méthodes d'inspection et d'assurance de la qualité des produits de la mer. Document technique PCT/TUN/2359. 76pages.
  
- **ABRAGALL, B, 1988.** Evaluation de la fraîcheur du poisson : critères d'appréciation : In : Qualité et méthodes de conservation du poisson frais, Quimper : ADRIA, pages1-41.
  
- **ANDRIE, S. 2002.** La qualité du poisson frais : méthodes d'évaluation et utilisation de la méthode HACCP au stade d'une criée. Thèse pour le diplôme d'état de docteur vétérinaire Faculté de médecine de Nantes. Page127.
  
- **ANONYME, novembre 1970.** Dosage de l'azote basique volatil total. Voir : plaquette de l'Association Vétérinaire d'Hygiène alimentaire rédigée par J.PANTELEON et R.ROSSET, intitulée « Contrôle de la qualité et de la salubrité du Poisson et des Coquillages ».4pages
  
- **ANONYME, 2007.** Manuel des normes et des méthodes des produits du poisson, annexe 3, lignes directives sur les contaminants chimiques su poisson et des produits du poisson au canada. Agence canadienne d'inspection des aliments. 1-3pages
  
- **BRISOU. J, 1971.** Technique d'enzymologie bactérienne.166-201.
  
- **CARL UHLAND, IGOR MIKAELIAN, DANIEL MARTINAU 2000.** Maladies des poissons d'eau douce du Québec, guide de diagnostic. Page 12
  
- **CHEKRID, ISSAD, KHAROUNI, Juin 2006,** projet de fin d'étude ; thème : contribution à l'appréciation de l'état de fraîcheur de la sardine commercialisée dans la wilaya d'Alger.68pages.
  
- **CVPM (Centre technique spécialisé des produits de la pêche) 2006.** Aide mémoire pour l'interprétation des résultats d'analyses des produits de la pêche de d'aquaculture. Fiche technique n°13. 10p
  
- **Directive 91/493/CEE du Conseil, du 22 juillet 1991,** fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des produits de la pêche... (Eur-Lex - 31991L0493)

## Partie expérimentale

- **FONTAINE MAURICE, Mai 1979.** Nutrition des poissons.134-156.
- **GRAM L. et LEISNER J.J, 1999.** Spoilage of fish. In : Encyclopedia of microbiology. 813-821.
- **GOUSSET.J, G. TIXERENT, M. ROBOLOT, 1980.** Les produits de la pêche N° 72 :page143-180.
- **HUSS H.H 1991.** Journal of food technology 13-19.
- **MOKRANI DJAMEL, 2007.** Rapport Bibliographique sur l'appréciation de la qualité du poisson frais par les méthodes chimiques. Université de Bretagne Occidentale, Ecole supérieure de Microbiologie et Sécurité Alimentaire de Brest (ESMISAB) : 19pages.
- **OEHLENSCHLAGER J 1997.** Methods for freshness measurement based on electrical properties of fish tissues.363-368.
- **QUERO JEAN-CLAUDE et VAYNE JEAN-JACQUES, 2005.** Les poissons de mer des pêches françaises. Page 96.
- **Règlement (CE) n° 2406/96 du Conseil du 26 novembre 1996 fixant des normes communes de commercialisation pour certains produits de la pêche.** Journal officiel n° L 334 du 23/12/1996 p. 0001 – 0015.
- **SAINCLIVIER.M 1983.** L'industrie alimentaire halieutique. Première partie : Le poisson matière première, 263p.
- TAYLOR, M, MALLE P et BOUQUELET S, 1997.** Optimisation of a liquid chromatographic, Method for Determination of amines in fish. Journal of AOAC International. 80, 49-56.

### **Références électroniques**

- **Décision de la commission, 8 mars 1995, fixant les valeurs limites en azote basique volatil total (ABVT) pour certaines catégories de produits de la pêche et les méthodes d'analyse à utiliser.**

[http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdo](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdo). Page consultée le 12/05/2007.

- **H.H. HUSS Laboratoire de technologie Ministères de l'agriculture et des pêches Danemark FAO document Technique sur les pêches – 348. La qualité et son évolution dans le poisson frais.** <http://www.fao.org/DOCREP/003/V7180F/V7180F00.htm#Contents>. Page consultée le 8/12/2007.

- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide\\_gras](http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gras) , les acides gras polyinsaturés. Page consultée le 19/05/2007

- <http://formateur69.free.fr/diet/omega3.htm> , les acides gras et les omégas 3 et 6, page consultée le 30/05/2007.

## **ANNEXES**

### **Annexe I :**

**Tableau 1 :** Définitions des termes utilisés pour l'analyse organoleptique du poisson et des mollusques et crustacés.

<b>Apparence</b>	<b>Toutes les caractéristiques visibles d'une substance/échantillon</b>
<b>Odeur de cale</b>	Odeur associée au développement d'anaérobies qui produisent l'odeur fétide d'eau de cale. Le terme "odeur d'eau de cale" peut être utilisé pour décrire du poisson de toute qualité qui a été contaminé par de l'eau de cale à bord d'un navire. L'eau de cale est habituellement une combinaison d'eau salée, de fioul et d'eau usée

<b>Saumâtre</b>	Arôme associé à l'odeur d'algues propres et d'air marin
<b>Crayeux</b>	Concernant la texture, se dit d'un produit composé de petites particules qui donne une sensation de sécheresse dans la bouche. Concernant l'apparence, s'applique à un produit d'aspect sec, opaque, ressemblant à la craie
<b>Se décomposer</b>	Se diviser en éléments constitutants
<b>Décomposé</b>	Poisson dont l'odeur, la saveur, la couleur ou la texture sont désagréables ou indésirables, ou présence d'une substance associée à la détérioration
<b>Marqué</b>	Qui peut être facilement perçu
<b>Fécal</b>	Odeur associée aux matières fécales
<b>Ferme</b>	Se dit d'une substance qui présente une résistance modérée en bouche ou au toucher
<b>flaveur</b>	La flaveur correspond à l'ensemble des <a href="#">sensations</a> perçues lors du <a href="#">flairage</a> ou de la mise en <a href="#">bouche</a> de l' <a href="#">aliment</a> , à savoir les sensations <a href="#">rétro-olfactives</a> , <a href="#">gustatives</a> et <a href="#">trigéminales</a> .
<b>Poisson</b>	Vise tous les vertébrés aquatiques à sang froid communément désignés ainsi. Cela comprend les classes Pisces, Elasmobranches et Cyclostomes. Les mammifères aquatiques, les animaux invertébrés et les amphibiens ne sont pas compris
<b>Goût fort de poisson</b>	Saveur associée à du poisson vieilli, comme dans la triméthylamine ou l'huile de foie de morue. Peut indiquer ou non la décomposition selon l'espèce

<b>Saveur</b>	Caractéristique des aliments résultant de la stimulation du goût, de l'odorat et de la vue, de la résistance à la pression et souvent de la chaleur, du froid ou d'un léger désagrément
<b>Fraîcheur</b>	Concept lié au temps, à la transformation ou aux caractéristiques des produits de la mer, telle que définie par l'acheteur, l'industriel, le consommateur ou l'organisme de réglementation
<b>Fruité</b>	Arôme associé à un fruit légèrement fermenté. Le terme est utilisé pour décrire les odeurs provoquées par la décomposition à haute température. Exemple: ananas en boîte
<b>Goût prononcé</b>	L'arôme et/ou la saveur associée aux caractéristiques lourdes de certaines espèces comme le maquereau. Même rapport qu'entre la viande fraîche de canard et la viande fraîche de poulet
<b>Glacé</b>	Aspect brillant dû à la tendance d'une surface à refléter la lumière selon un angle de 45°
<b>Granuleux</b>	Produit dans lequel l'évaluateur peut percevoir des particules distinctes, assez dures. On les trouve parfois dans les produits de la pêche en conserve
<b>Intensité</b>	Force de la sensation perçue
<b>Irisé</b>	Qui présente la gamme des couleurs de l'arc-en-ciel, comme l'opale ou une tache d'huile sur l'eau
<b>Farineux</b>	Se dit d'un produit qui donne l'impression d'avoir de l'amidon dans la bouche

<b>Métallique</b>	Odeur et/ou saveur associée au sulfate de fer ou aux boîtes de conserve
<b>Humide</b>	Le constat que le produit libère de l'humidité. Il peut s'agir d'eau ou d'huile
<b>Moisi</b>	Odeur rappelant celle du fromage ou du pain moisi;
<b>Pâteux</b>	Consistance molle, épaisse, pulpeuse. Dans les fruits de mer, peu ou pas de structure musculaire perceptible lors d'essais de résistance au toucher ou en bouche
<b>Odeur</b>	Sensation due à la stimulation des récepteurs olfactifs dans la cavité nasale par des substances volatiles
<b>Odeurs/saveurs typiques</b>	Caractéristiques atypiques souvent associées à la détérioration ou à la transformation du produit
<b>Opaque</b>	Décrit un produit qui ne laisse pas passer la lumière. Dans le tissu musculaire cru des produits de la pêche, cela est dû habituellement aux protéines qui perdent leurs propriétés de réflexion de la lumière en raison d'une baisse du pH;
<b>Pâteux</b>	Se dit d'un produit qui colle comme de la pâte dans la bouche quand il est mélangé à la salive. Forme une masse homogène qui peut adhérer aux muqueuses de la bouche ou aux doigts
<b>Persistant</b>	Qui existe sans changement notable; non fugace
<b>Piquant</b>	Une sensation irritante, aiguë ou âcre
<b>Putride</b>	Rappelant l'odeur ou la saveur de la

	viande pourrie
<b>Qualité</b>	Niveau d'excellence. Série de caractéristiques d'un produit qui lui permet de satisfaire des besoins déclarés ou implicites
<b>Rance</b>	Odeur ou saveur associée à l'huile rance. Donne l'impression d'avoir la bouche enduite et/ou des picotements sous la langue. Parfois qualifiée d'âcre" ou d'arrière-goût"
<b>Référence</b>	Un échantillon par rapport auquel on compare les autres, ou un autre type de substance utilisée pour illustrer une caractéristique ou un attribut
<b>Caoutchouteux</b>	Se dit d'une substance résistante qui peut se déformer sous la pression, mais qui retrouve sa forme originale une fois que la pression a cessé
<b>Salé</b>	Goût du sel ou du sodium sous la langue
<b>Organoleptique</b>	Touchant les organes des sens
<b>Visqueux</b>	Substance fluide gluante, glissante, élastique, collante ou gélatineuse
<b>Aigre</b>	Odeur et/ou saveur, généralement due à la présence d'acides organiques
<b>Goût de vieux</b>	Odeur de carton mouillé ou de congélateur. Le produit peut aussi avoir un goût de vieux
<b>TPP</b>	Tripolyphosphate de sodium: peut produire dans la bouche un goût de savon
<b>Sucré</b>	Le goût du sucre sur la langue
<b>Goût</b>	L'un des sens, dont les récepteurs sont situés dans la bouche et activés par des

	substances en solution. Le goût est limité au sucré, au salé, à l'amer, à l'acide et parfois à l'umami
<b>Terminologie</b>	Termes utilisés pour décrire les caractères organoleptiques d'un produit
<b>Translucide</b>	Décrit un objet qui laisse passer un peu de lumière, mais à travers lequel on ne peut distinguer des images nettes
<b>Transparent</b>	Décrit un objet clair, qui laisse passer la lumière et à travers lequel on peut distinguer des images nettes
<b>Umami</b>	Goût produit par des substances comme le glutamate de sodium en solution. Donne un goût de viande dans la bouche, relève le goût ou donne une impression de "bouche pleine"
<b>Pastèque</b>	Arôme typique de l'écorce de pastèque fraîchement coupée. On trouve parfois cette odeur dans certaines espèces de poisson cru très frais
<b>Goût de levure/fermenté</b>	Saveur rappelant celle de la levure et des produits fermentés comme le pain ou la bière

**Annexes II :**

**Tableau 2 : Tableau d'interprétation de l'ABVT et du rapport ABVT/TMA**

ABVT mg N/100g	$P = TMA/ABVT \%$	Etat de fraîcheur
< 20	< 17%	Satisfaisant
20 à 25	< 17 à 40%	Acceptable
>25	>40%	Non satisfaisant

## Partie expérimentale

### Résumé

Le poisson est une denrée très périssable ce qui peut conduire à des risques non négligeables pour le consommateur.

Notre étude a porté sur l'analyse comparative entre deux techniques : sensorielle et chimique (dosage de l'ABVT) pour évaluer l'état de fraîcheur de la sardine commercialisée dans la wilaya d'Alger. Les résultats ont montré une corrélation entre les deux techniques qui ont concerné dix échantillons de poisson.

L'appréciation qualitative a révélé un état de fraîcheur tout juste moyen malgré les conditions non hygiéniques de commercialisation du poisson au niveau des différents points de vente.

**Mots clés :** Sardine, ABVT, Analyse sensorielle, wilaya d'Alger.

---

### Summery

The fish is a very perishable foodstuff what can lead to not unimportant risks for the consumer.

Our study concerned the comparative analysis between two techniques: sensory and chemical (dosage of the ABVT) to estimate the state of coolness of the sardine marketed in the wilaya of Algiers. The results showed a correlation between both techniques which concerned ten samples of fish.

The qualitative appreciation revealed a state of coolness hardly average in spite of the not hygienic conditions of marketing of the fish at the level of the various selling points.

**Keywords:** Sardine, ABVT, Sensory analysis, wilaya of Algiers.

---

### ملخص

يعتبر السمك سلعة ذات درجة عالية من التلف هذا ما قد يؤدي إلى عدة مخاطر بالنسبة للمستهلك. ركزت دراستنا على تحليل مقارن بين تقنيتين الحسية و الكيماوية ( تحديد أَلْ ABVT ) لتقييم خالة السردين المسوقة في ولاية الجزائر. اظهرت النتائج وجود ترابط بين التقنيتين التي أجريت على عشر عينات من السمك. كشف التقييم النوعي على حالة مجرد متوسطة على الرغم من الظروف الغير الصحية للتسويق.

**كلمات رئيسية :** سردين-ABVT- تحليل حسي-ولاية الجزائر.