

Table des matières

Table des figures.....	7
Resumé	8
Introduction	9
1^{ère} Partie : Synthèse bibliographique	
I. Les Ressources Halieutiques en Mauritanie	12
I.A. Les espèces pélagiques	12
I.B. Les différentes espèces de poissons les plus consommés en Mauritanie	12
I.C. Le chinchard	13
I.C.1. Valeur nutritionnelle du chinchard.....	15
II. Conservation du poisson par le froid	16
II.A. Action de la température sur la multiplication des micros organismes	16
II.B. La réfrigération du poisson	16
II.B.1. Effets de la réfrigération sur les poissons.....	17
II.C. La congélation du poisson	18
II.C.1. Condition à remplir pour une bonne congélation	18
II.C.2. Effet de la congélation sur le poisson.....	19
II.C.3. Modification due à la congélation	19
II.D. Principaux facteurs influençant au cours du traitement par le froid	20
II.D.1. La température de conservation.....	20
II.D.2. L'hygiène pendant la manutention	21
III. Altération du poisson	22
III.A. Altération biochimique	22
III.A.1. Oxydation et hydrolyse des lipides.....	23
III.A.1.a. Oxydation.....	23
III.A.1.b. Hydrolyse.....	24
III.A.2. Formation de bases azotées volatiles.....	26
III.B. Altération microbienne	26
III.B.1. Facteurs ayant une incidence sur le taux d'altération du poisson	27
III.B.1.a. La température	27
III.B.1.b. Les dommages physiques	27
IV. Méthodes d'évaluation de la qualité du poisson	27
IV.A. Evaluation sensorielles.....	28

IV.A.1.	Méthodes sensorielles.....	28
IV.A.2.	Evaluation de la qualité du poisson frais (<i>Méthode de l'indice de fraîcheur</i>)	29
IV.A.3.	Evaluation de la qualité du poisson congelé.....	30
IV.B.	Évaluations chimiques et biochimiques.....	32

2^{ème} Partie : Partie expérimentale

I.	Présentation des lieux de travail	35
I.A.	Présentation du Centre des Recherches Appliqués aux Energies Renouvelable.....	35
I.A.1.	Historique	35
I.A.2.	Les objectifs du CRAER.....	35
I.A.2.a.	Objectifs généraux	35
I.A.2.b.	Objectifs scientifiques.....	35
I.A.3.	Les installations du CRAER	35
I.B.	Présentation des laboratoires de sciences et technologies des aliments (STA).....	36
I.B.1.	Laboratoire des analyses biochimiques et physicochimiques	36
I.B.2.	Laboratoire des analyses sensorielles.....	37
II.	Matériels et Méthodes.....	38
II.A.	Echantillonnage.....	39
II.B.	Méthodes d'analyse	39
II.B.1.	Les analyses sensorielles	39
II.B.1.a.	Produits utilisés.....	39
II.B.1.b.	Matériels	39
II.B.1.c.	Procédés d'évaluation	40
i.	Poisson frais et réfrigéré.....	40
ii.	Poisson congelé.....	40
II.B.2.	Les paramètres et les méthodes d'analyses biochimiques et physico	40
II.B.2.a.	Dosage de l'ABVT par la méthode de distillation directe.....	41
II.B.2.b.	Dosage de l'azote total par la méthode de KJELDAHL.....	43
II.B.2.c.	Détermination de la teneur en matière grasse (selon Bligh et Dyer)	45
II.B.2.d.	Indice d'iode	46
II.B.2.e.	Indice de peroxyde.....	48
II.B.2.f.	Détermination de la teneur en eau d'un aliment	49

3^{ème} Partie : Résultats et discussions

I.	Poissons frais à la réception.....	53
I.A.	Indice de fraîcheur	53
I.B.	Teneur de l'ABVT.....	53

I.C.	Composition chimique.....	54
I.D.	Degré d'oxydation des lipides	54
II.	Poisson réfrigéré	54
II.A.	Premier lot.....	54
II.A.1.	Indice de fraîcheur	55
II.A.2.	Teneur de l'ABVT	55
II.A.3.	Teneur en protéine	56
II.A.4.	Teneur en lipides	56
II.A.5.	L'humidité	56
II.B.	Deuxième lot.....	58
II.B.1.	Indice de fraîcheur	59
II.B.2.	Teneur de l'ABVT	59
II.B.3.	Teneur en protéine	59
II.B.4.	Teneur en lipides	59
II.B.5.	L'humidité	60
II.C.	Troisième lot	61
II.D.	Quatrième lot	63
II.D.1.	Indice de fraîcheur	64
II.D.2.	Teneur de l'ABVT	64
II.D.3.	Teneur en protéine	64
II.D.4.	Teneur en lipide	65
II.D.5.	L'humidité	65
III.	Poisson congelé.....	67
III.A.	Indicateur sensoriel	68
III.B.	Teneur de l'ABVT	68
III.C.	Teneur en protéine	68
III.D.	Teneur en lipide	68
III.E.	L'humidité.....	68
	Conclusion.....	69
	Bibliographie	71

Table des figures

FIGURES

Figure 1 : Effet de la température sur l'activité enzymatique.....	21
Figure 2 : Auto oxydation des lipides poly-insaturés.....	24
Figure 3 : Réaction hydrolytiques primaires des triglycérides et phospholipides.....	25
Figure 4 : Installations du CRAER, aérogénérateurs et panneaux solaire	36
Figure 5 : Appareil d'extraction des lipides du poisson	37
Figure 6 : Minéralisateur KJELDAHL.....	37
Figure 7 : Photos du laboratoire sensoriel.....	38
Figure 8 : Présentation graphique d'évaluation des indicateurs pour le premier lot	57
Figure 9 : Présentation graphique d'évaluation des indicateurs pour le deuxième lot	61
Figure 10 : Présentation graphique d'évaluation des indicateurs pour le troisième lot.....	62
Figure 11 : Présentation graphique d'évaluation des paramètres pour le quatrième lot.....	66
Figure 12 : Présentation graphique d'évaluation des paramètres pour le poisson congelé	70

TABLEAUX

Tableau 1: Les différentes espèces de poisson les plus consommées en MAURITANIE.....	13
Tableau 2 : Valeur nutritionnelle du CHINCHARD	15
Tableau 3 : Durée de conservation à des températures différentes pour quelques espèces	19
Tableau 4 : Avantages et inconvénients de la réfrigération et de la congélation	20
Tableau 5 : Les normes de l'UE pour l'ABVT	26
Tableau 6 : Barème de cotation par l'UE pour les poissons bleus.....	30
Tableau 7 : Classification d'un lot de poisson selon l'indice de fraîcheur.....	30
Tableau 8 : Barème de cotation du poisson congelé-decongelé-cuit	32
Tableau 9 : Résultats d'analyses des échantillons frais (à la reception).....	53
Tableau 10 : Résultats d'évaluation de la qualité du premier lot de poisson.....	55
Tableau 11: Résultats d'évaluation de la qualité du deuxième lot de poisson réfrigéré.....	58
Tableau 12 : Résultats d'évaluation de la qualité du troisième lot de poisson	61
Tableau 13 : Résultats d'évaluation de la qualité du quatrième lot réfrigéré	63
Tableau 14 : Résultats d'évaluation de la qualité du poisson congelé.....	67

RESUME

Nous nous intéressons à donner une réponse à la grande question posée sur l'efficacité de la conservation du poisson par des appareils alimentés en énergie renouvelable.

Nous nous donnons et nous interprétons les résultats des analyses sensorielles, biochimiques et physicochimiques, appliquées sur le poisson chinchard réfrigéré et congelé.

Abstract

In this research, we are interesting to giving an answer to one of the most important question in the whole world today, about the question of the effectiveness of the conservation of the fish by the renewable energy devices.

So, we will give and interpret the results of the sensory, biochemical and physicochemical analysis applied on the mackerel fish, chilled and frozen.

INTRODUCTION

La pêche nous vient de loin, on trouve des traces de sa présence, à l'état spontané, dans la Chine méridionale¹ environ 500 ans avant notre ère. Aujourd'hui plus de 100 millions de tonnes de poisson sont consommées dans le monde chaque année, assurant à 2,5 milliards d'êtres humains au moins 20% de leurs apports moyens par habitant en protéines animales. La pêche artisanale est à l'origine de plus de 80% des emplois directs dans le secteur de pêche dans le monde. Cette contribution est encore plus importante dans les pays en développement².

En Mauritanie, la pêche artisanale constitue l'une des principales sources d'alimentation et de lutte contre la pauvreté à travers son apport direct aux milliers d'hommes et de femmes vivant sur les rivages et les zones côtières. Elle est aussi une culture pour les pêcheurs traditionnels (Imraguens, N'Diago...). Ce travail n'est pas seulement une simple activité génératrice de revenus, mais aussi un savoir-faire culturel hérité des ancêtres et transféré de père en fils faisant partie d'un patrimoine culturel à protéger.

Les pêches continentales et fluviales ont un potentiel important qui peut être mis en valeur pour contribuer à la sécurité alimentaire dans les communes rurales et pour aider à maintenir les populations dans leurs milieux d'origine et empêcher l'exode rural vers les grandes villes.

La perte considérable de produits de la pêche, dans les zones côtières, empêche les populations à développer leur activité principale de revenue liée à ce secteur. Ces pertes sont causées par l'absence de conditions de stockages adéquates tant au niveau des zones de production qu'au niveau potentiel de commercialisation (milieu rural etc.).

En effet, l'immense potentialité d'énergie solaire et éolienne du pays, peut être mise à profit pour surmonter les contraintes de développement du secteur de la pêche liées notamment à la conservation et à la transformation des produits marins.

¹ **Chine méridionale** : la mer du sud située, entre Singapour et Taiwan faisant une partie de l'océan pacifique.

² **Rapport FAO 2008.**

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la recherche montée par le Centre des Recherches Appliquées aux Energies Renouvelables (CRAER) et le département de Biologie, représenté par la filière de Sciences et Technologies des Aliments (STA), pour déterminer les conditions optimales de conservation du poisson chinchard par les énergies renouvelables. Cette détermination sera réalisée par un suivi et évaluation de la qualité sensorielle, biochimique, et physicochimique du chinchard réfrigéré et congelé.

Le présent rapport s'articule autour de trois parties essentielles :

- ⇒ **Première partie** : Synthèse bibliographique.
- ⇒ **Deuxième partie** : Partie expérimentale, contenant une présentation des lieux de l'étude, des matériels et méthodes d'analyse des différents paramètres étudiés.
- ⇒ **Troisième partie** : résultats et discussions.



P
A
R
T
I
E
I

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. Les Ressources Halieutiques en Mauritanie

La Mauritanie est située dans la partie Nord Ouest du continent Africain entre 20°36 Nord au sud du Sahara et 16°04 Sud au Nord du Sénégal.

Les côtes maritimes atlantiques de la Mauritanie sont de 720 km de long en plus des côtes fluviales de 750 km sur le fleuve Sénégal et qui déverse dans l'océan atlantique créant ainsi un delta parfait de faune et de flore et un espace touristique et pastoral de premier niveau.

Le potentiel de captures autorisées en Mauritanie est de l'ordre de 1.511.000 tonnes, dont l'essentiel est composé des espèces de poissons pélagiques. Les espèces de valeur marchande importante - en particulier, les céphalopodes, les crustacés et les poissons démersaux - représentent 20 % du total des captures³.

I.A. Les espèces pélagiques

Les poissons qui évoluent dans les zones de pleine mer, à distance des cotés, et qui se déplacent en bancs sont appelés poissons pélagiques

Les principales espèces pélagiques sont :

- Petits pélagiques (maquereaux, chinchard, le hareng....)
- Thons et assimilés

Outre ces ressources, la Mauritanie dispose d'un stock important d'algues qui demeure inconnu et inexploité³.

I.B. Les différentes espèces de poissons les plus consommés en Mauritanie

Les différentes espèces de poisson les plus consommés par la population mauritanienne et leur période d'abondance sont montrés dans le tableau suivant :

³ **Source** : institut Mauritanienne des recherches océanographiques et de pêche (**IMROP**) : Aperçu général du secteur national des pêches /données économiques générales - Octobre 2006

Espèce	Saison	Unité de commercialisation
Sardinelles	Toute l'année	Caisse
Mulet jaune	Octobre à avril	Pièce
Mulet noire	Octobre à avril	Pièce
Dorade grise	Toute l'année	Kilogramme
Pageot	Toute l'année	Kilogramme
Petites corbine	Toute l'année	Kilogramme
Chinchard	Juin à septembre	Kilogramme

Tableau 1: Les différentes espèces de poisson les plus consommées en MAURITANIE

I.C. Le chinchard

Le chinchard fait partie des poissons bleus, il appartient à la famille de CARANGIDAE.

Ils existent plusieurs espèces de chinchard [1]

Les différentes espèces de chinchard et leurs années de découverte

➤ <i>Trachurus trachurus</i> (chinchard commun)	1758
➤ <i>Trachurus picturatus</i>	1825
➤ <i>Trachurus declivis</i>	1841
➤ <i>Trachurus clupeioides</i>	1843
➤ <i>Trachurus novaezelandiae</i>	1843
➤ <i>Trachurus japonicus</i>	1844
➤ <i>Trachurus symmetricus</i>	1855
➤ <i>Trachurus capensis</i>	1861
➤ <i>Trachurus mediterraneus</i> (chinchard à queues jaunes)	1868
➤ <i>Trachurus lathami</i>	1920
➤ <i>Trachurus murphyi</i>	1920
➤ <i>Trachurus brougnardus</i>	1923
➤ <i>Trachurus longimanus</i>	1935
➤ <i>Trachurus trecae</i>	1950
➤ <i>Trachurus indicus</i>	1966

- *Trachurus delagoa* 1970
- *Trachurus aleevi* 1984

Le chinchard à queue jaune

Le chinchard à queue jaune est une espèce pélagique. Il vit à des profondeurs comprises entre 30 et 60 m non loin des côtes. Il peut être observé en surface. Il est essentiellement présent sur la façade orientale de l'Atlantique, on retrouve le chinchard à queue jaune entre la Mauritanie et la Guinée ainsi qu'au Cap Vert.

Le chinchard à queue jaune a une taille qui varie entre 30 et 36 cm et la taille maximale observée est de 45cm [2]. Ces caractéristiques morphologiques sont :

- Nageoire caudale de couleur jaune
- Pinnules composés d'un seul rayon mou à l'extrémité de ses nageoires dorsale et anale
- Première dorsale assez haute composée d'épines
- Deuxième dorsale plus petite faite de rayons mous avec une tâche
- Mode de reproduction : sexué
- Période de reproduction : saison chaude en méditerranée de juillet à septembre
- Fécondité : jusqu'à **130.000** œufs fractionnés [3].

Les différentes appellations :

- Nom scientifique : *Trachurus mediterraneus Steindachner*,
- Nom commercial : *chinchard à queue jaune* ;
- Arabe : *Assatat*
- Wolof : *Giai*,

Noms étrangers :

- Anglais : *Scad, Horse Mackerel* ;
- allemande : *Bastard Mackerel, Stocker* ;
- italien : *sugarello*;

Autres appellations :

Trachure, carangue, saurel, robinette, macreuse, sévèreau, gascon, Querelle, suc.

Techniques de pêche :

- Chalut de fonds ;
- Senne coulissante ;
- Filet calé [4].

I.C.1. Valeur nutritionnelle du chinchard

Les principaux constituants du chinchard sont consignés dans les tableaux suivant :

<i>Valeur nutritionnelle</i>		<i>Moyen</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
	Valeur calorique en Kcal/100g	96	92	100
	Valeur calorique en KJ/100g	404	390	421
	Humidité en g/100g	77,4	77,0	78,0
	Cendres en g/100g	1,4	1,3	1,5
	Glucides par différence en g / 100g	0,4	0,2	0,7
	Protides en g/100g	18,7	16, 3	19,2
	Lipides totaux en g / 100g	2,1	1,7	2,6
	Cholestérol en mg/100g	49,7	42,1	52,4
Vitamines	Vitamine par différence mg / 100g	7,11	6,12	7 ,23
<i>Minéraux et oligoéléments</i>		500,8	454,4	460,4

Tableau 2 : Valeur nutritionnelle du CHINCHARD [5]

II. Conservation du poisson par le froid

La conservation par le froid, pratique très ancienne, s'est répandue au début du XXème siècle avec le développement des techniques de production du froid artificielle.

Au niveau alimentaire, l'importance du froid n'est plus à démontrer. Son utilisation permet d'augmenter la durée de vie des denrées, de ralentir voire de circonscrire la multiplication microbienne et de préserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles. Il en résulte une baisse des toxi-infections alimentaire et un impact positif sur la santé [6].

II.A. Action de la température sur la multiplication des micro organismes

En baissant la température d'un aliment, on ralentit la croissance des micro-organismes qui le peuplent. Cette influence de la température découle en premier lieu de la loi d'Arrhenius relative à la vitesse des réactions chimiques.

$$\text{Log } V = -A/T + B$$

V : vitesse de la réaction
A et B : Constantes
T : Température en °K

Cette équation s'applique aux réactions de métabolisme bactériens, elle s'applique aussi aux réactions catalysées par les enzymes d'un tissu vivant (poisson, viande, légumes).

Ceci explique que l'on puisse obtenir en dessous d'une température critique l'arrêt de la croissance des micro-organismes, cette température varie avec la nature de micro-organisme [7].

II.B. La réfrigération du poisson

La réfrigération est le processus permettant de refroidir le poisson ou les produits de la pêche pour les amener à une température proche de celle de la glace en fusion 0°C.

La réfrigération a pour but de prolonger la durée de vie du poisson en ralentissant l'action des enzymes et des bactéries ainsi que les processus physico-chimiques qui altèrent sa qualité. Le

poisson frais est une denrée hautement périssable qui se dégrade très rapidement à température normale. En abaissant la température à laquelle le poisson est conservé, on réduit le taux d'altération.,

La réfrigération n'est donc efficace qu'à une température comprise entre 0 et +4 °C (30 /39 °F). A partir de 10 °C l'évolution de la flore mésophiles n'est que ralentie.

L'avantage d'utiliser cette technique est qu'elle permet d'étaler dans le temps la mise sur le marché des produits frais et le transport du lieu de production au lieu de consommation [8].

La simple réfrigération ne peut pas permettre de conserver longtemps du poisson dans un état satisfaisant. La durée de conservation qui varie beaucoup d'une espèce à l'autre peut atteindre une à deux semaines. Lorsqu'il est à une température ordinaire le poisson se détériore au bout 24 à 48 heures [9].

Pour une bonne réfrigération il faut :

- une réfrigération à une température la plus basse possible.
- une réfrigération continue c'est-à-dire que la chaîne du froid ne doit pas être interrompue [8].

Le taux de réfrigération est fonction des facteurs suivants:

- la taille ;
- la forme ;
- l'épaisseur du poisson;
- Et le mode d'entreposage [8].

II.B.1. Effets de la réfrigération sur les poissons

- Inhibition de certains germes mésophiles.
- Ralentissement du développement de la flore banale [10].

II.C. La congélation du poisson

La congélation est aussi une méthode de conservation du poisson pendant une longue période, dont l'application du froid consiste à abaisser la température du produit en dessous du point de solidification par changement d'état. La température est baissée jusqu'en dessous de 0° C [11].

La congélation permet de ralentir considérablement l'activité cellulaire et microbienne du poisson. En effet, elle consiste à faire chuter progressivement la température au cœur du poisson jusqu'à environ -18°C [2].

Il existe deux grandes techniques en matière de congélation :

La plus classique consiste à placer le poisson dans une enceinte close où l'on refroidit l'air à des températures égales ou inférieures à -20°C, dans ce cas la vitesse de congélation est très lente. Par contre, la technique en tunnel, plus utilisée dans l'industrie, consiste à faire circuler l'air à des vitesses très élevées à -40°C, conduisant à une congélation très rapide du produit.

D'autres méthodes de congélation existent, entre autres la congélation par l'azote, mais elles sont en général trop onéreuses.

L'avantage de la congélation est que les produits sont faciles à utiliser. De plus, ils gardent une bonne qualité organoleptique. Cette qualité étant cependant variable selon l'espèce et la technique de congélation. La durée de congélation dépend de nombreux facteurs qui sont aussi très variables. On peut citer entre autres la chaleur massique et latente de congélation des poissons, leur forme, leurs dimensions, leur coefficient de conductibilité, la nature de l'emballage, du coefficient de transmission superficielle du produit, leur disposition dans le congélateur, la température à laquelle ils sont soumis, le procédé utilisé, etc.... [2].

II.C.1. Condition à remplir pour une bonne congélation

- les poissons doivent être dans un très bon état de fraîcheur et d'hygiène.
- le délai avant congélation doit être aussi réduit que possible.
- la congélation doit être rapide jusqu'à -18°C (-0.2 / -22 °F).
- le stockage et la distribution doivent être maintenus à une température non supérieure à -18°C [10].

II.C.2. Effet de la congélation sur le poisson

- Ralentissement de l'activité enzymatique.
- Effet létal sur le micro organismes :
 - La croissance de la majorité des micro-organismes est bloquée à -12°C.
 - La multiplication microbienne n'a pas lieu à -18°C [12].

II.C.3. Modification due à la congélation

- La congélation peut s'accompagner avec l'oxydation de certains lipides et une perte négligeable de certains minéraux.
- La congélation provoque la dénaturation de certaines enzymes bactériennes.
- La congélation provoque l'augmentation d'eau dans le poisson et par conséquent l'augmentation du poids.
- La structure des protéines peut être affectée par le froid [10].

Le tableau suivant donne un ordre de grandeur des durées pratiques de conservation à des températures de stockage différentes pour quelques espèces des poissons éviscérés.

	<i>Durée pratique conservation en mois</i>		
	-18°C	-25°C	-30°C
<i>Poissons gras</i>	4	8	12
<i>Poissons maigres</i>	8	18	24
<i>Poissons plats</i>	10	24	24
<i>Crevettes</i>	6	12	12
<i>Crevettes emballées sous vide</i>	12	15	18

Tableau 3 : Durée de conservation à des températures différentes pour quelques espèces de poissons éviscérés
[13]

Réfrigération	Congélation
Stockage de courte durée (au maximum un mois pour certaines espèces, quelques jours seulement pour d'autres)	Stockage de longue durée (un an ou plus pour certaines espèces)
Température de stockage : 0°C	Température de stockage très basse par exemple -30°C
Coût relativement faible	Coût assez élevé
Le produit conserve l'apparence du poisson frais	Si la congélation est mal faite, la qualité peut sérieusement s'en ressentir
Technologie relativement simple	Technologie relativement complexe
Technologie peu spécialisée	Exige de grandes compétences
Equipement portable	Installations généralement fixes

Tableau 4 : Avantages et inconvénients de la réfrigération et de la congélation [8]

II.D. Principaux facteurs influençant au cours du traitement par le froid

II.D.1. La température de conservation

Il est bien connu que les activités tant enzymatiques que microbiologiques sont très influencées par la température. Cependant, si la température varie de 0 à 25°C, l'activité microbienne est relativement plus importante, et les variations de température ont une plus grande influence sur la croissance microbienne que sur l'activité enzymatique.

De nombreuses bactéries ne peuvent pas se développer à des températures inférieures à -10°C° et même les *psychrotrophes* se multiplient très lentement, avec parfois des phases de latence prolongées quand la température avoisinant 0°C [8].

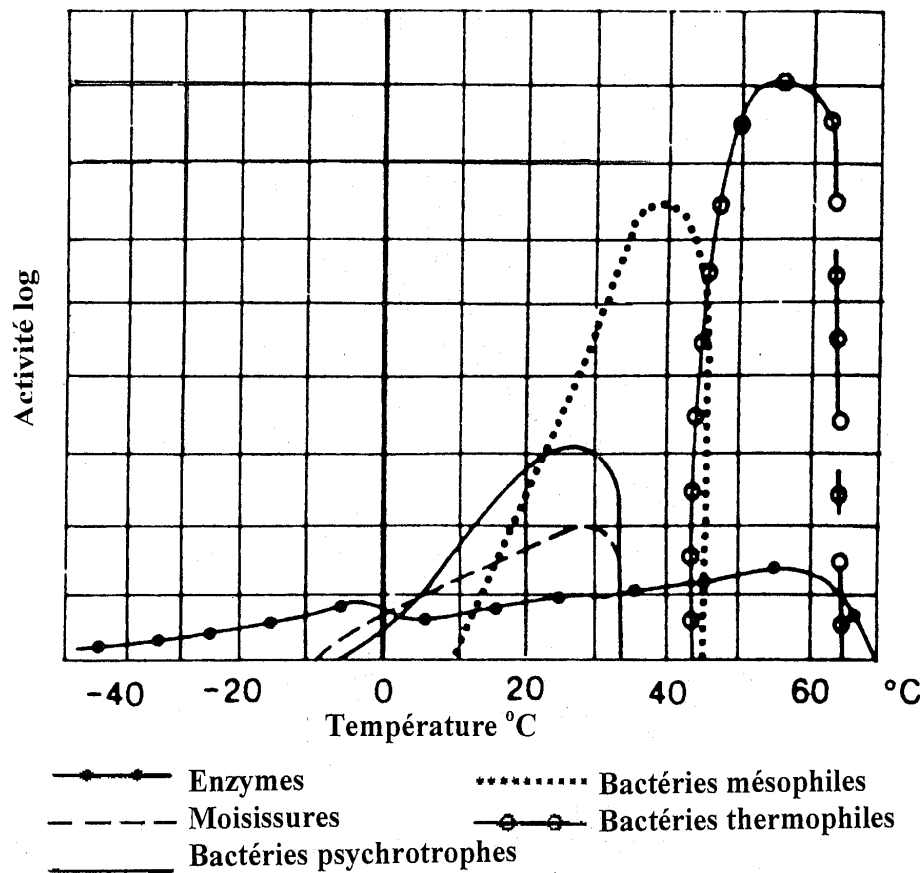


Figure 1 : Effet de la température sur l'activité enzymatique et la vitesse de croissance des micro-organismes

II.D.2. L'hygiène pendant la manutention

L'hygiène peut être définie comme un ensemble des principes tendant à préserver, à améliorer la santé. Le poisson est un aliment fragile qui se dégrade et se contamine s'il n'est pas manipulé correctement. Mal conservé, il se dégrade et constitue un risque pour la santé du consommateur [12].

La qualité du poisson fourni aux transformateurs dépend de la façon dont il a été manipulé dès sa capture, car la dégradation naturelle commence très tôt. Il faut respecter quelques règles essentielles depuis la sortie du poisson jusqu'à l'arrivée aux zones de transformation. [12]

L'expérience a montré que la qualité et la durée de conservation de nombreux poissons diminuent si ces derniers n'ont pas été éviscérés. Durant les périodes d'alimentation, le

système digestif du poisson renferme de nombreuses bactéries et il y a production d'enzymes digestives. Ces dernières sont capables de créer une autolyse prononcée post mortem qui peut produire une saveur désagréable spécialement dans la région abdominale ou même causer l'éclatement du ventre. Par ailleurs, l'éviscération expose à l'air la cavité abdominale et les surfaces découvertes, les rendant susceptibles à l'oxydation et à la décoloration. De ce fait, on doit considérer de nombreux facteurs tels que l'âge du poisson, son espèce, le taux de lipides, les zones et les méthodes de pêche avant de décider s'il vaut mieux l'éviscérer ou non. [14]

III. Altération du poisson

Les poissons frais poste mortem s'altère plus facilement que la viande des autres mammifères, pour plusieurs raisons dont :

- La teneur en eau élevée de **70 à 80 %** en moyenne contre moins de **65%** chez les mammifères, cette teneur élevée d'eau favorise le développement microbien ;
- Teneur en oxygène les micro-organismes strictement aérobies ont besoin de l'oxygène pour se développer, alors que les micro-organismes strictement anaérobies peuvent se développer dans un environnement sans oxygène.
- La teneur faible en tissu conjonctif **0 à 3%** en moyenne contre **8%** chez les mammifères ;
- La présence importante de substances azotées extractibles comme l'oxyde triméthylamine (OTMA) et l'urée ;
- Le **pH** élevé de la chair du poisson vivant en moyenne est de **6,8 à 7,6** ce **pH** basique favorise le développement des bactéries d'altération.

III.A. Altération biochimique

Les enzymes musculaires (cathepsine, peptidase, carboxylase) et les enzymes digestifs (trypsine, cathepsine, pancréatine ...) fragilise la peau et la paroi abdominale plus ou moins rapidement selon la température ambiante, permettant ainsi aux bactéries de la peau et du tube digestif de se reprendre dans la chair surtout au moyen des vaisseaux sanguins ; d'où l'explication scientifique des techniques de prétraitement du poisson frais (éviscération, lavage ...) à réaliser le plus tôt possible

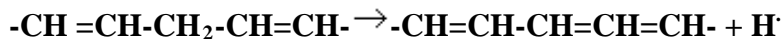
Les bactéries et les enzymes aussitôt proliférées dans les différents tissus du poisson vivent au détriment des muscles en produisant toute une série de dégradation chimique des constituants du poisson.

III.A.1. Oxydation et hydrolyse des lipides

Les deux réactions distinctes impliquant les lipides du poisson et d'intérêt pour l'altération de sa qualité sont l'oxydation et l'hydrolyse.

III.A.1.a. Oxydation

De nombreuses fractions d'acides gras polyinsaturés présentes dans les lipides du poisson les rend très sensibles à l'oxydation selon un mécanisme auto catalytique (Figure). Ce processus, décrit ci-dessous, est initié par l'extraction d'un atome d'hydrogène du carbone central de la structure penta diène trouvée dans la plupart des chaînes acyles des acides gras contenant plus d'une double liaison:



Contrairement à la molécule native, le radical lipidique (L^\bullet) réagit très rapidement avec l'oxygène atmosphérique formant un radical peroxyde (LOO^\bullet) qui, à son tour, peut extraire un hydrogène d'une autre chaîne acyle, ce qui donne un hydro peroxyde lipidique (LOOH) et un nouveau radical L^\bullet . Cette préparation se poursuit jusqu'à ce qu'un des radicaux soit éliminé par réaction avec un autre radical ou avec un antioxydant (AH) dont le radical résultant (A^\bullet) est beaucoup moins réactif. Les hydro peroxydes produits en quantités relativement importantes pendant la réaction sont sans goût et, par conséquent, il n'est peut-être pas surprenant que l'indice de peroxyde largement utilisé n'ait souvent que peu de relations avec les propriétés sensorielles. [9]

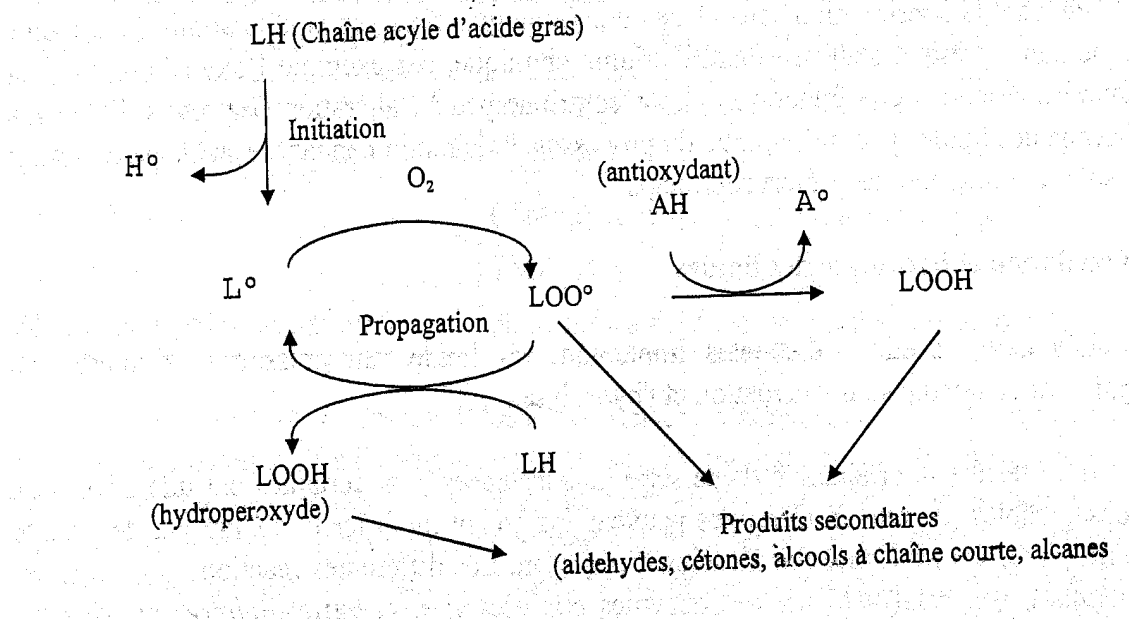


Figure 2 : Auto oxydation des lipides polyinsaturés

Les hydro peroxydes se dégradent facilement. Cette dégradation est catalysée par les ions de métaux lourds, et résulte en produits secondaires d'auto-oxydation de chaîne carbonée plus courte, essentiellement des aldéhydes, des cétones, des alcools, des acides carboxyliques et des alcanes responsables d'un spectre très large d'odeurs et, dans certains cas, d'une coloration jaunâtre. Plusieurs des aldéhydes peuvent être déterminés comme substances réagissant avec l'acide thiobarbiturique.

Les hydro peroxydes d'acides gras peuvent également être formés par voie enzymatique, suite à la catalyse par la lipoxigénase présente en quantités variables dans divers tissus de poisson. On en a constaté une activité relativement élevée dans les branchies et sous la peau de plusieurs espèces. Cette enzyme est instable et est probablement importante pour l'oxydation lipidique uniquement dans le poisson frais. La cuisson ou la congélation/décongélation détruisent assez efficacement son activité. [9]

III.A.1.b. Hydrolyse

Au cours du stockage, une quantité considérable d'acides gras libres (AGL) s'accumule. Le phénomène est plus sensible dans le poisson non éviscéré que dans le poisson

éviscéré sans doute à cause de l'action d'enzymes digestives. Les triglycérides dans les dépôts de graisses sont scindés par la Lipase triglycéride, issue du tractus intestinal ou excrétée par certains micro-organismes. Les lipases cellulaires peuvent également jouer un rôle mineur.

Dans le poisson maigre, il y a production d'acides gras libres, même à basses températures. On suppose que les enzymes responsables sont les phospholipases cellulaires - en particulier les phospholipases A₂ (PL₂) - bien que l'on n'ait pas encore établi avec certitude la corrélation entre l'activité de ces enzymes et le taux d'apparition des AGL. Les acides gras liés aux phospholipides au niveau du carbone 2 du glycérol sont surtout du type polyinsaturé, et, par conséquent, l'hydrolyse conduit également souvent à une oxydation plus poussée. De plus, les acides gras eux-mêmes peuvent donner un arrière-goût de savon. [9]

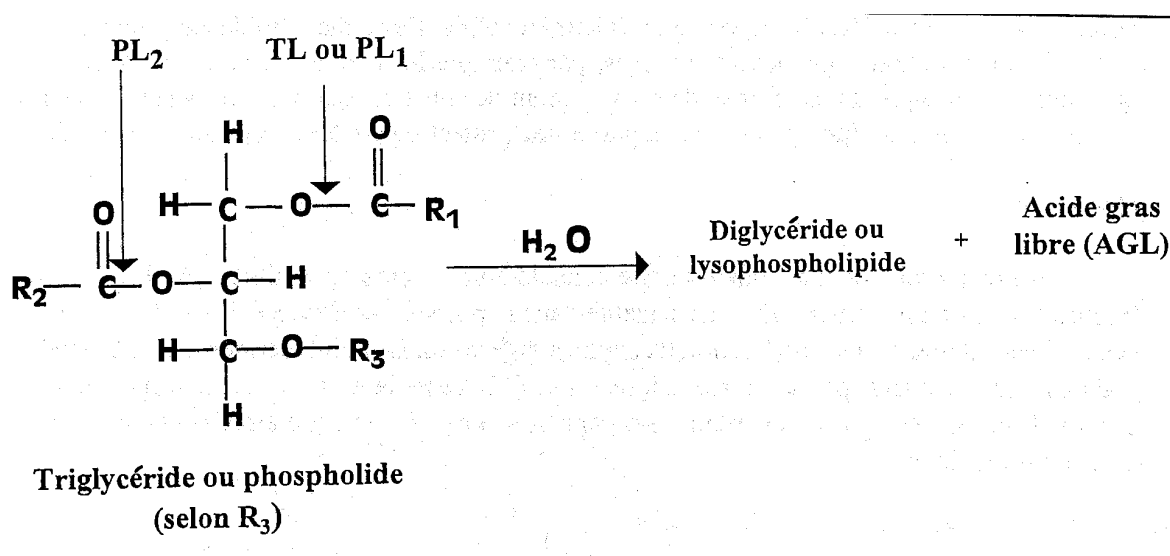


Figure 3 : Réaction hydrolytiques primaires des triglycérides et phospholipides Enzymes: PL₁ & PL₂, phospholipases; TL, lipase triglycéride [9]

Les méthodes instrumentales pratiques permettant le contrôle de la qualité des graisses, sont la détermination de l'indice d'iode et l'indice de peroxyde par des titration avec le thiosulfate de sodium.

Norme de l'Union Européenne pour l'indice d'iode et l'indice de peroxyde

Indice d'iode de 6,3 jusqu'à 10,10g d'iode/100g d'huile.

Indice de peroxyde de 0 à 5 mg d'oxygène/g d'huile⁴.

III.A.2. Formation de bases azotées volatiles

Le dosage des amines basiques volatiles totales (ABVT), encore appelé azote basique volatil total, est un dosage largement utilisé pour évaluer la qualité des produits de la mer. C'est un terme général qui comprend la détermination de la triméthylamine (produite par les bactéries d'altération), la diméthylamine (produite par les enzymes auto lytiques pendant le stockage du poisson congelé), l'ammoniac (produite par la désamination des acides aminés et des catabolites de nucléotides) et d'autres composés azotés volatils basiques associés à l'altération des produits de la mer. [9]

	ABVT (mg/100g)			
Type de poisson	Qualité extra	Qualité A	Qualité B	Qualité C (non admis)
Poisson osseux	< 20	20 à 30	30 à 40	>40
Poissons cartilagineux	< 40	40 à 80	80 à 200	>200

Tableau 5 : Les normes de l'UE pour l'ABVT [9]

III.B. Altération microbienne

La flore bactérienne totale du poisson indique rarement la qualité sensorielle ou le comportement attendu lors du stockage. Cependant on reconnaît que seules certaines bactéries sont la cause principale d'altération. Différents substrats riches en peptone et contenant du citrate ferrique ont été utilisés pour la détection des bactéries produisant du H₂S telles que *Shewanella putrefaciens*, qui forment des colonies noires dues à la précipitation de FeS. L'altération à température ambiante est souvent causée par des bactéries de la famille des *Vibrionaceae* qui forment aussi des colonies noires sur une gélose au fer à laquelle on ajoute une source de soufre organique (par exemple gélose au fer, Lyngby). Il n'y a pas de milieu sélectif ou indicatif pour les *Pseudomonas spp.* Qui altèrent certains poissons tropicaux ou d'eau douce ou pour *Photobacterium phosphoreum* qui altère le poisson frais emballé [9].

⁴ : Source IMROP fiche technique de laboratoire des analyses biochimique Nouadhibou.

La présence ou l'absence de bactéries pathogènes est souvent évaluée par des méthodes fondées sur les techniques immunologiques ou de biologie moléculaire.

III.B.1. Facteurs ayant une incidence sur le taux d'altération du poisson

Les principaux facteurs qui influencent le taux d'altération du poisson sont:

III.B.1.a. La température

Il est bien connu que les températures élevées accélèrent la dégradation du poisson qui est au contraire ralentie à basse température. En conséquence, si le poisson frais est conservé à faible température, la déperdition de qualité est lente. Plus vite on atteint une basse température lors de la réfrigération du poisson, plus on inhibe efficacement le phénomène d'altération [13].

III.B.1.b. Les dommages physiques

Du fait de sa finesse, la chair du poisson s'abîme facilement; de ce fait, toute meurtrissure ou manipulation brutale favorise la contamination bactérienne et la production d'enzymes, ce qui accélère le taux d'altération. En outre, si l'on ne manipule pas le poisson avec soin, on risque de crever les intestins et d'en répandre le contenu dans la chair du poisson.

IV. Méthodes d'évaluation de la qualité du poisson

La plupart du temps le mot "qualité" se réfère à l'aspect esthétique et à la fraîcheur ou au degré d'altération que le poisson a subi. Il peut aussi comprendre des aspects de sécurité tels que l'absence de bactéries et parasites pathogènes ou produits chimiques toxiques.

Les méthodes d'évaluation de la qualité du poisson frais se divisent en deux catégories : sensorielles et instrumentales. Le consommateur étant, en fait, le juge final de la qualité, la plupart des méthodes chimiques et instrumentales doivent être en accord avec l'évaluation sensorielle avant d'être utilisées en laboratoire. Les méthodes sensorielles doivent cependant être appliquées scientifiquement, dans des conditions soigneusement contrôlées, pour que les effets de l'environnement sur les essais, les partis pris personnels etc. puissent être réduits [13].

IV.A. Evaluation sensorielles

L'évaluation sensorielle est définie comme la discipline scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques des aliments perçues par les organes de sens : la vue, l'odeur, le goût, le toucher et l'ouïe.

Dans l'analyse sensorielle, l'aspect, l'odeur, la flaveur et la texture sont évalués par les sens humains. Scientifiquement, la procédure peut être divisée en trois étapes :

1. Détection d'un stimulus par les organes des sens humains,
2. évaluation et interprétation par un processus mental et finalement
3. réponse aux stimuli par la personne concernée.

Il existe des variations entre les individus dans la réponse au même taux de stimuli qui peuvent contribuer à une réponse non concluante du test. Les réactions aux couleurs et les sensibilités aux stimuli chimiques peuvent, par exemple, différer largement d'une personne à l'autre. Les daltoniens ne détectent pas certaines couleurs. Certaines personnes ne peuvent pas percevoir le goût de rance et certaines réagissent faiblement à la flaveur du produit congelé entreposé. Il est très important de reconnaître ces différences quand on choisit et forme des juges pour l'analyse sensorielle. L'interprétation du stimulus et la réponse doivent être formulées très soigneusement de façon à recevoir des réponses objectives qui décrivent les caractéristiques du poisson en cours d'évaluation [9].

. En contrôle qualité, l'évaluation doit être objective.

IV.A.1. Méthodes sensorielles

Les tests analytiques objectifs utilisés en contrôle qualité peuvent être divisés en deux groupes: **des tests discriminatifs et des tests descriptifs**.

Les tests discriminatifs sont utilisés pour déterminer s'il existe une différence entre des échantillons (test triangulaire, épreuve de classement).

Les tests descriptifs sont utilisés pour déterminer la nature et l'intensité des différences (tests de profil, l'indice de qualité et l'indice de fraîcheur) [9].

IV.A.2. Evaluation de la qualité du poisson frais (*Méthode de l'indice de fraîcheur*)

Pendant les cinquante dernières années, plusieurs schémas ont été mis au point pour l'analyse sensorielle du poisson frais. La première méthode moderne et détaillée a été réalisée par Shewan *et al.* En 1953. L'idée de base était que chaque paramètre de qualité est indépendant des autres paramètres. Plus tard, l'évaluation a été modifiée en rassemblant un groupe de données caractéristiques devant être exprimé par une note. Ceci donne une valeur numérique unique pour une large variété de caractéristiques. En Europe aujourd'hui, la méthode la plus largement utilisée pour l'évaluation de la qualité par les services d'inspection et dans l'industrie des pêches est l'indice de fraîcheur introduit dans la décision du conseil N° 2406/96 du 26 novembre 1996 fixant des normes communes de commercialisation pour certains produits de la pêche. Il y a quatre niveaux de qualité dans cette méthode, E (extra), A, B et C (Non admis ou retrait de la consommation) [15].

L'évaluation par la méthode de l'indice de fraîcheur est rapide et peu coûteuse et applicable pour toutes les espèces.

Critères				
Catégories de fraîcheur				
	Extra	A	B	C
Peau	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pigmentation vive, couleurs vives, brillantes et iridescentes ✓ Nette différence entre surface dorsale et ventrale. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte d'éclat et de brillance ; ✓ Couleurs plus fades ; ✓ Moins de différence entre surface dorsale et ventrale 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ternie, sans éclat, couleurs délavées ; ✓ Peau plissée lorsqu'on courbe le poisson 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pigmentation très terne et peau se détache de la chair
Mucus cutané	Aqueux transparent	Légèrement trouble	Laiteux	Grise jaunâtre mucus opaque
Consistance de la chair	Très ferme, rigide	Assez rigide, ferme	Un peu molle	Molle (flasque)
Opercule	Argentés	Argentés légèrement teintés de rouge ou de brun	Brunissement et extravasation sanguine étendues	Jaunâtre
Œil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Convexe, bombé ; ✓ Pupille bleu noir 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Convexe et légèrement affaissé ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plat, pupille voilée ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concave au centre ;

	brillante«paupière »transparente	✓ Pupille foncée, cornée légèrement opalescente	✓ Extravasation sanguine autour de l'œil	✓ Pupille grise ; ✓ Cornée laiteuse
Branchies	✓ Rouge vif à pourpre uniformément ; ✓ Pas de mucus	✓ Couleur moins vive, plus pale sur les bords ; ✓ Mucus transparent	✓ S'épaississent, se décolorant, mucus opaque	✓ Jaunâtre mucus laiteux
Odeur de branchies	✓ D'algues marines fraîches ; ✓ Acre iodée	✓ Absence d'odeur ou odeur d'algues marines, odeur neutre	✓ Odeur grasse en peu sulfureuse, de lard rance ou de fruit pourri	✓ Odeur aigre de putréfaction

Tableau 6 : Barème de cotation par l'UE pour les poissons bleus [13]

Catégorie de fraîcheur	Indice de fraîcheur « IF »
Extra	égal ou supérieur à 2,7
A	égal ou supérieur à 2 et inférieur à 2,7
B	égal ou supérieur à 1 et inférieur à 2
C (retirée de la consommation humaine)	inférieur à 1 (poisson ne satisfaisant pas aux exigences requises pour le classement dans les catégories Extra, A, B)

Tableau 7 : Classification d'un lot de poisson selon l'indice de fraîcheur [13]

IV.A.3. Evaluation de la qualité du poisson congelé

Pour les poissons congelés la cotation du poisson **congelé décongelé cuit** est la méthode la plus couramment utilisée par les industries.

L'échantillon est d'abord examiné à l'état congelé puis après décongélation. Si on atteint un nombre de points de pénalisation entraînant le rejet, on arrête l'examen à ce stade. Dans le cas contraire, on procédera l'examen à l'état cuit.

Si on constate sur l'échantillon la présence d'odeur ou de matière étrangères, le lot est automatiquement rejeté

La décongélation du poisson doit se faire aussi rapidement que possible, mais sans élever la température de la totalité ou d'une partie du produit à un degré tel que celui-ci risque de se

détériorer. La procédure la plus simple consiste à étaler les échantillons sur les plans de travail et les tables de l'aire de préparation et de les laisser se décongeler à température ambiante. Il faut les couvrir pour les empêcher de se dessécher et d'être contaminés. Le déroulement de la décongélation doit être surveillé et lorsqu'on estime que le produit est complètement décongelé, il faut l'évaluer tout de suite.

Les échantillons cuits doivent être conservés dans un récipient fermé. Après cuisson, on les laissera refroidir un peu jusqu'à ce qu'ils atteignent une température convenant à la dégustation [9].

Etat	Facteur	Description	Points de pénalisation
Congelé	Dessiccation	Absente	0
		légère	2
Décongelé	Changement des couleurs	moyenne	5
		forte	10 maximum
		Absent	0
		Léger	2
	Manque de cohésion	Moyen	5
		Fort	10 maximum
		✓ espèces pélagiques	1
		⇒ absent	2 maximum
		⇒ présent	0
		✓ espèces démersales	2
		⇒ absent	4
		⇒ Léger	8 maximum
		⇒ moyen	
		⇒ fort	
	Détérioration de la paroi abdominale	✓ espèces pélagiques	0
		⇒ absente	2
		⇒ légère	4
		⇒ moyenne	8 maximum
		⇒ forte	1
		✓ espèces démersales	2 maximum

		⇒ absent	
		⇒ présent	
	Odeur	⇒ Bonne	0
		⇒ Moyenne	10
		⇒ Mauvaise	25
Cuit	Odeur	Bonne	0
		Moyenne	4
		Mauvaise	10 maximum
	Saveur	Bonne	0
		Moyenne	7
		Mauvaise	10 maximum
	Texture	Bonne	0
		Moyenne	4
		Mauvaise	10 maximum

Tableau 8 : Barème de cotation du poisson congelé-décongelé-cuit [13]

Classification d'un lot de poisson congelé [13] :

- Catégorie A ≤ 10 points ;
- Catégorie B $> 10 \leq 25$ points ;
- Catégorie C (non admis) > 25 points.

IV.B. Évaluations chimiques et biochimiques

Les méthodes biochimiques et chimiques pour l'évaluation de la qualité des produits de la mer présentent l'intérêt de pouvoir établir des normes quantitatives. L'établissement de seuils de tolérance des indicateurs chimiques d'altération élimine le besoin de fonder les décisions concernant la qualité des produits sur des opinions personnelles. Naturellement, dans la plupart des cas, les méthodes sensorielles sont utiles pour identifier la bonne ou mauvaise qualité des produits. C'est pourquoi les méthodes biochimiques/chimiques peuvent être mieux utilisées pour résoudre les problèmes au sujet de produits de qualité douteuse. De plus, les indicateurs biochimiques/chimiques sont utilisés en remplacement des méthodes microbiologiques plus lentes. De telles méthodes objectives doivent cependant être en corrélation avec les évaluations sensorielles de qualité et les composés chimiques à mesurer doivent augmenter ou diminuer avec le niveau d'altération microbienne ou d'autolyse [9].

P
A
R
T
I
E
I
I

PARTIE
EXPERIMENTALE

I. Présentation des lieux de travail

I.A. Présentation du Centre des Recherches Appliqués aux Energies Renouvelable (CRAER)

I.A.1. Historique

Le Centre de Recherche Appliqués aux Energie Renouvelable (**CRAER**) est une structure de Faculté des Sciences et Techniques (**FST**) de l'université de Nouakchott (**UN**) à été crée en Septembre 2005, en remplacement du parc des Energie Renouvelable (**PER**).

I.A.2. Les objectifs du CRAER

I.A.2.a. Objectifs généraux

Ce centre a pour mission de mener des recherches, d'assurer des formations de courtes durées et des prestations de services destinées à contribuer à la résolution des problèmes d'eau et d'énergie du pays et à augmenter le niveau de compétences dans le domaine des énergies renouvelables et de ses applications présentant un intérêt économique, social et scientifique pour le pays.

De la même manière, le CRAER sert d'appui à l'Université de Nouakchott dans la formation et la recherche sur les champs des énergies renouvelables, le dessalement de l'eau et le froid.

I.A.2.b. Objectifs scientifiques

Les objectifs spécifiques du Centre peuvent être résumés comme suit :

- La réalisation des travaux adaptée au contexte mauritanien dans le Domaine des énergies renouvelables (solaires et éoliennes) et de leurs applications (dessalement de l'eau et production de froid) en matière de :
 - Recherche appliquée ;
 - Formation ;
 - Prestations de services (audits techniques, études et expertises, installations, Entretiens, suivis,

I.A.3. Les installations du CRAER

Les installations du CRAER, sont situées à l'intérieur de Faculté de Sciences et Techniques de l'Université de Nouakchott dans une cours de 240 m² et comprenant quatre

salles : une salle d'acquisition de données, une salle de dessalement, une salle des batteries et une salle du groupe électrogène.



Figure 4 : Installations du CRAER, aérogénérateurs et panneaux solaire

I.B. Présentation des laboratoires de sciences et technologies des aliments (STA)

La construction du laboratoire des analyses biochimiques et physicochimiques à été achevée le 20 juin 1999 et son inauguration officielle, avec celle du hall technologie et de l'analyse sensorielle, a eu le 28 novembre 1999.

I.B.1. Laboratoire des analyses biochimiques et physicochimiques

Cette unité abrite actuellement différents appareils d'analyses dont :

- Minéralisateur et distillateur KJELDAHL (analyse de protéine).
- Système GERBER (analyse des matières grasses du lait).

- Four à 530°C (taux de sels minéraux).
- Densimétrie.
- Appareils d'analyse par chromatographie (sur papier, sur couche mince, en phase gazeuse).



Figure 5 : Appareil d'extraction des lipides du poisson



Figure 6 : Minéralisateur KJELDAHL

I.B.2. Laboratoire des analyses sensorielles

Ce laboratoire comporte 12 cabines de dégustation isolés l'une de l'autre. Ils permettent de déterminer la qualité des produits alimentaires et en particulier celle des produits de la pêche, par leurs propriétés organoleptiques (couleur, aspect, texture, arôme, odeur ...).



Figure 7 : Photos du laboratoire sensoriel

II. Matériels et Méthodes

Traditionnellement, la dénomination du poisson frais s'applique à tout poisson qui n'a reçu, depuis sa sortie de l'eau, que des traitements capables de retarder sa dégradation. Un poisson consommé frais devrait présenter des caractères organoleptiques, physiques, chimiques et microbiologiques très proche de celles du poisson vivant.

Notre travail vise à évaluer la qualité du poisson (chinchard) réfrigéré et congelé par des appareils alimentés par les énergies renouvelables (solaire et éolien). Cette espèce a été choisie en fonction de la composition chimique de sa chair (faible teneur en lipide) d'une part, et de sa durée d'abondance (juin à septembre) d'autre part, enfin ce poisson est très consommé localement.

Deux méthodes de conservation par le froid ont été appliquées :

- **La réfrigération** : quatre lots ont été évalués. Après chaque lot, on nettoie et désinfecte le réfrigérateur. Et on fait les analyses tous les trois jours.
- **La congélation** : là, on a évalué un seul lot durant quatre mois. Dans ce lot, on fait des analyses chaque mois.

L'étude a été appliquée sur des échantillons de chinchard à queue jaune (*Trachurus mediterraneus*) venant du marché du poisson qui se situe sur la plage des pêcheurs à Nouakchott. Le poisson est acheté juste au débarquement des pêcheurs, après un tri pour s'assurer de sa fraîcheur. Alors, on met le poisson, immédiatement, dans une glacière où il est couvert par une couche de glace et puis on le transporte vers le **CRAER**.

Au niveau du **CRAER**, on met les échantillons du poisson dans des sachets étanches et on les conserve dans le réfrigérateur et le congélateur.

II.A. Echantillonnage

Une fois le poisson acheminé au CRAER, nous procédons à l'échantillonnage pour les analyses. Il se fait de manière aléatoire. Il consiste à retirer du lot au hasard un nombre de poisson nécessaire pour nos différentes analyses (trois poissons entiers).

II.B. Méthodes d'analyse

II.B.1. Les analyses sensorielles

Les échantillons sont soumis à une évaluation sensorielle (laboratoire des analyses sensorielles) avant de les analyser en laboratoire biochimique et physicochimique.

Les analyses sensorielles effectuées, sont des évaluations simples exécutées par une seule personne (nous-mêmes).

II.B.1.a. Produits utilisés

Poisson : frais, réfrigéré, congelé, décongelé, cuit.

II.B.1.b. Matériels

- Four micro onde ;
- Plats ;
- Couteaux ;
- Papiers aluminiums ;
- Tableaux des barèmes de cotation de l'Union Européenne (UE).

II.B.1.c. Procédés d'évaluation

L'évaluation a été effectuée selon le barème de cotation de l'Union Européen (UE). Elle est réalisée sur un échantillon de trois poissons, 3 poissons pour le réfrigéré et 3 poissons pour le congelé, tirés au hasard dans le lot.

i. Poisson frais et réfrigéré

Pour le poisson frais et réfrigéré, on applique le barème de cotation du poisson bleu. Ce barème contient 7 paramètres à étudier pour chaque poisson. L'indice de fraîcheur (IF) est alors calculé selon l'équation :

$$IF = \frac{T}{N \times C}$$

T : somme totale des notes partielles
N : Nombre de poissons examinés
C : Nombre de caractères étudiés⁵

Le degré de fraîcheur est déterminé selon l'indice de fraîcheur IF.

ii. Poisson congelé

Le barème appliqué sur le poisson congelé est la cotation du poisson congelé-décongelé-cuit. On calcule la moyenne selon la même formule précédente (tableau). Les cotations du poisson congelé et son examen à l'état congelé-décongelé-cuit sont consignés dans le tableau 8.

II.B.2. Les paramètres et les méthodes d'analyses biochimiques et physicochimiques

II.B.2.a. Dosage de l'ABVT (azote basique volatil total) par la méthode de distillation directe

i. Principe

Après distillation directe d'un échantillon et fixation des bases azotées volatiles par l'acide borique, on procède à une titration du distillat à l'acide sulfurique.

ii. Produits utilisés

Echantillon de poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iii. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Appareil de distillation ;
- Mixeur électrique
- Entonnoir et papier filtre ;
- Burette de 25ml ;
- Fiole erlenmeyer de 50ml ;
- Agitateur magnétique et barreaux aimantés ;
- Solution de soude à 10% ;
- Acide borique à 2 % (dissoudre 2g dans 10ml d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution, après refroidissement compléter à 100ml avec l'eau distillé) ;
- Acide sulfurique 0,1 N ;
- Indicateur mixte rouge de méthyle _ bleu de méthyle ;

iv. Mode opératoire

❖ Préparation de l'échantillon

- Broyer 10g de poisson dans un mixeur électrique, ajouter 100ml de l'eau distillé ;
- Laisser reposer le mélange pendant 30mn puis filtrer ;

❖ Distillation à la vapeur

- Verser 10ml d'acide borique 2% et quelques gouttes de l'indicateur coloré dans un erlen de 50ml
- Introduire 10ml de filtrat à l'intérieur de l'appareil à distiller et ajouter 2,5ml de soude à 10%
- Connecter le tube réfrigérant et commencer la distillation en tournant le bouton du régulateur de chauffe réfrigérant le distillat dans l'erlen contenant l'acide borique (s'assure que l'extrémité inférieure du réfrigérant est immergée au dessous de la surface du liquide de la fiole)
- La distillation dure jusqu'à ce qu'il n'y ait pratiquement plus de liquide à distiller et qu'il n'y ait plus de dégagement de bulles dans l'erlen contenant l'acide borique

Essai Blanc : remplacer le filtrat par 10ml de l'eau distillé et procéder de la même façon (le blanc est à effectuer avant l'échantillon).

v. Titrage

- Introduire un barreau aimanté dans l'erlen et placer l'ensemble sur l'agitateur magnétique
- Titrer le distillat et le blanc avec l'acide sulfurique 0,1N jusqu'au virage coloré de l'indicateur :

vi. Expression des résultats

La teneur en N-ABVT en mg /100g de poisson

$$\frac{(v_0 - v_1) \times 14 \times 0,1 \times 100 \times 100}{10 \times 10} = (v_0 - v_1) \times 140$$

v_0 : Volume d'acide sulfurique pour le titrage du blanc

v_1 : Volume d'acide sulfurique pour le titrage de l'échantillon

$14 \times 0,1$: Quantité d'azote(en mg) correspondant à 1ml de solution d'acide sulfurique 0,1N

II.B.2.b. Dosage de l'azote total par la méthode de KJELDAHL

i. Principe

Minéralisation : la matière organique de l'échantillon est oxydé par l'acide sulfurique concentré et à chaud (ébullition douce) en présence d'un catalyseur. L'azote organique est réduit en ammoniac sous forme de sulfate d'ammonium. La minéralisation doit se faire sous hotte aspirante (à cause des vapeurs très irritantes de dioxyde et trioxyde de soufre dues à la décomposition partielle de l'acide sulfurique).

Distillation et titration : une distillation du digestat par neutralisation avec la soude en excès permet le dégagement de l'ammoniac : $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. L'ammoniac entraîné par la vapeur d'eau et récupéré dans l'acide borique et titré après distillation par une solution d'acide sulfurique 0,1N en présence d'un indicateur coloré (rouge de méthyle).

ii. Produits utilisé

Echantillon de poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iii. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Matras de minéralisation de 100ml ;
- Dispositif de chauffe ;
- Dispositif d'absorption des vapeurs (trompe à vide) ;
- Billes de verre ;
- Appareil de distillation ;
- Mixeur électrique ;
- Burette de 25ml ;
- Béchers de 250ml ;
- Pipettes de 10ml avec poire ;
- Agitateur magnétique et barreaux aimantés ;
- Acide sulfurique 95-96% ;
- Acide sulfurique 0,1N ;
- Soude à 30% (300g/litre) ;
- Acide borique 4% préparé avec l'indicateur coloré (rouge de méthyle);
- Catalyseur KJELDAHL en pastilles ;

iv. Mode opératoire

❖ Minéralisation

- Broyé 10g du poisson dans un mixeur électrique ;
- Peser en double 1g d'échantillon et les introduire dans deux matras ;
- Sous la hotte, ajouter une pastille de catalyseur ;
- Verser 15ml d'acide sulfurique 95-96% et agiter légèrement pour bien mouiller l'échantillon ;
- Déposer une ou deux billes de verre dans les matras a fin de régulariser l'ébullition ;
- Placer les matras sur le dispositif de chauffe, et chauffer d'abord doucement en agitant de temps en temps ;
- Lorsque l es vapeurs blanches se forment raccorder les matras au dispositif d'absorption des vapeurs et brancher l'aspiration de la hotte.
- Poursuivre la minéralisation une demi-heure après la décoloration du mélange : l'opération dure 4 heures ;
- Laisser refroidir les matras obturés pendant une demi-heure.

❖ Distillation

- Ajouter 60ml d'eau distillé dans les matras refroidis et agiter afin de diluer le sulfate d'ammonium ;
- Introduire 10ml d'acide borique avec l'indicateur (déjà préparés) dans de bécher de 250ml ;
- Placer ce bécher à la sortie du réfrigérant de l'appareil à distiller ;
- Placer les matras (ou traverser leur contenu dans les tubes adaptés) dans le distillateur après y avoir versé lentement 60ml de soude à 30% ;
- Procéder à la distillation en chauffant modérément et régulièrement jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 150ml de distillat à titrer.

v. Titrage

La titration s'effectuer après la distillation, le distillat titré avec l'acide sulfurique 0,1N jusqu'au virage coloré de l'indicateur.

Essais à blanc

- Remplacer la prise d'essai par une quantité équivalente de substance organique dépourvue d'azote (ex eau distillé)

Cet essai permet de vérifier la pureté des réactifs qui, lorsqu'ils contiennent des traces de dérivés nitriques ou nitreux, peuvent conduire par réduction à des composés ammoniacaux.

Il doit donner un résultat pratiquement nul.

vi. Expression des résultats

La teneur en azote total exprimé en g d'azote pour 100g d'échantillon est égal à :

$$N = \frac{v \times 14 \times 0,1 \times 100}{m \times 100}$$

$14 \times 0,1$: Quantité d'azote(en mg) correspondant à 1ml de solution d'acide sulfurique 0,1N

M : Prise d'essai en gramme.

La teneur en protéine est obtenue en multipliant les résultats précédents par 6,25 (les protéines contenant en moyenne 16% d'azote).

II.B.2.c. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode au double solvant (selon Bligh et Dyer)**i. Principe**

La matière grasse est extraite à froid par un mélange de deux solvants chloroforme et méthanol. Après filtration, la phase chloroformique contenant les lipides est soumise à évaporation pour éliminer le solvant, on procède ensuite à la pesée du résidu lipidique.

ii. Produits utilisés

Echantillon de poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iii. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Mixeur électrique ;
- Evaporateur rotatif ou dispositif de distillation ;
- Entonnoir et filtre ;
- Pipette pasteur ;
- Trompe à vide et fiole de garde ;
- Méthanol ;
- Chloroforme ;

iv. Mode opératoire

- Peser 50g de chair de poisson et déposer dans le mixeur ;
- Ajouter 50ml de chloroforme et 100ml de méthanol ;
- Homogénéiser le mélange dans le mixeur pendant 2 mn ;
- Ajouter une nouvelle fois (0ml de chloroforme et mixer une deuxième fois pendant 30 secondes) ;
- Filtrer l'homogénat et laisser à décanté : une séparation nette s'opère entre les phases alcooliques et chloroformique ;
- Aspirer la phase supérieure méthanoïque au moyen d'une pipette pasteur branchée sur une trompe à vide munie d'une fiole de garde ;
- Transvaser la phase chloroformique (contenant les lipides) dans un ballon rond à col préalablement taré et adaptez-le sur l'évaporateur rotatif pour l'évaporation du chloroforme (à 35-40 C°).
- Après évaporation totale du solvant, peser le ballon ne contenant plus que le résidu lipidique.

v. Expression des résultats

Exprimer la teneur en matière grasse en grammes de poisson.

Evaluation du degré d'oxydation et d'hydrolyse des lipides

II.B.2.d. Indice d'iode

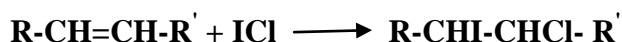
i. Définition

C'est la masse d'iode en g fixée sur les doubles liaisons de 100g d'iode.

L'indice d'iode d'un corps gras est fonction de son degré d'insaturation.

ii. Principe (Méthode de wijs)

Les composés halogénés de l'iode, et en particulier le chlorure d'iode (ICl), se fixent rapidement sur les doubles liaisons des acides gras (AG) :



ICl utilisé en excès (ICl est contenu dans le réactif de wijs) sature les doubles liaisons, l'excès reste en solution, l'iodure de potassium se combine ensuite avec l'ICl en excès pour libérer de l'iode : $\text{KI} + \text{ICl} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{KCl}$

On titre cet iode par du thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon.

iii. Produits utilisés

Résidu lipidique extrait à partir du poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iv. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Erlenmeyer avec leurs bouchons;
- Burette de 25ml ;
- Mixeur électrique ;
- Filtre en verre ;
- Papier filtre whatman n°1 ;
- Solution aqueuse d'iodure de potassium 10% ;
- Réactif de wijs ;
- Solution de thiosulfate de sodium 0,1 N ;

v. Mode opératoire

- Peser 2 à 5 g d'extrait lipidique de poisson ;
- Ajouter 25 ml de réactif de wijs ;
- Placer l'erlen à l'obscurité pendant une heure ;
- Ajouter 100ml d'eau distillé et 15ml de KI à 10 % ;
- Agiter pendant 5 mn ;
- Titrer l'iode libérée par thiosulfate de sodium 0,1 N ;
- Un blanc est effectué avec les mêmes quantités de réactif à par la matée grasse et traité dans les mêmes conditions.

vi. Expression des résultats

$$I_{\text{iode}} = \frac{(V - V_0) \times N \times 1,269}{P}$$

V_0 et V : Volume en ml de liqueur de thiosulfate de sodium à 0,1N dans l'essai à blanc.

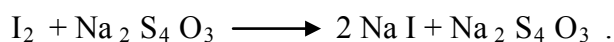
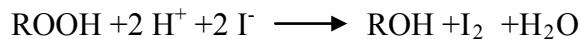
P : Poids en gramme de l'huile.

1,269 : Coefficient de correction thiosulfate de sodium

II.B.2.e. Indice de peroxyde

i. Principe

Les peroxydes proviennent de l'oxydation des acides gras insaturés. Ils ont la propriété de libérer l'iode de l'iodure de potassium en milieu acide. L'iode ainsi libéré est titré par le thiosulfate de sodium.



ii. Produits utilisés

Résidu lipidique extrait à partir du poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iii. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Burette de 25ml ;
- Eprouvettes de 15ml et de 100ml et pipette de 1ml ;
- Fiole erlenmeyer de 100 ou 200ml ;
- Solution aqueuse saturée d'iodure de potassium (3g de KI dans 2ml d'eau distillé) ;
- Acide acétique glacial ;
- Chloroforme ;
- Solution de thiosulfate de sodium 0,01 N ;
- Empois d'amidon.

iv. Mode opératoire

- Peser 2 à 5 g de d'extrait lipidique de poisson ;
- Ajouter 25ml de chloroforme et agiter rapidement ;
- Additionner 15ml d'acide acétique et 1ml de solution saturée de KI ;
- Reboucher aussitôt la fiole et agiter le mélange ;
- Placer la fiole à l'obscurité pendant 5mn exactement ;
- Ajouter 75ml d'eau distillée et agiter vigoureusement pour homogénéiser l'émulsion ;

v. Titrage

- L'iode libérée est titré par thiosulfate de sodium 0,01 N ;
- Ajouter en peu d'empois d'amidon en fin de titrage et titrer jusqu'à la disparition de la couleur bleu ;
- Un blanc est effectué avec les mêmes quantités de réactif (à par la matée grasse) et traité dans les mêmes conditions.

vi. Expression des résultats

$$I_{\text{peroxyde}} = \frac{(V - V_0) \times N \times 1000}{P}$$

En milliéquivalents de peroxyde par kg de lipide.

V : Volume de thiosulfate versé pour le titrage de l'échantillon.

V₀ : Volume de thiosulfate versé pour le titrage du blanc.

P : Masse en g de lipide de la prise d'essai.

N : Normalité de thiosulfate de sodium 0,01N

II.B.2.f. Détermination de la teneur en eau d'un aliment**i. Principe**

Cette détermination est effectuée à l'aide d'un appareil à radiation infrarouge sert à déterminer la teneur en eau (%) d'un aliment après dessiccation totale à 130°C

ii. Produits utilisés

Echantillon de poisson frais, réfrigéré, décongelé.

iii. Matériel

- Appareil à radiation infrarouge analyseur d'humidité ;
- Coupelle en aluminium ;

- Broyeur, mortier pilon ;

iv. Mode opératoire

- Mettre sous tension l'analyseur d'humidité en appuyant sur la touche « **ON /OFF** »

Après un court test de routine l'appareil affiche les paramètres de la mesure :

130°C/0 – 100% / 0.0mn ;

- Lorsque l'appareil affiche « **TAR** » il est prêt à tarer la coupelle en aluminium ;
- Ouvrir le capot de l'appareil et poser délicatement la coupelle dans le logement prévu à cet effet ;
- Appuyer sur la touche « **ENTER** » pour tarer : « **TAR** » disparaît et l'affichage pondéral indique 0.000g ;
- Appuyer sur la touche « **CF** » (« **TAR** » réapparaît) puis appuyer sur « **ENTER** »
- Déposer l'échantillon broyé (m>96mg) sur la coupelle en le répartissant régulièrement : son poids s'affiche ;
- Fermer le capot de l'appareil : le démarrage s'effectue automatiquement :

Un signal sonore retentit au démarrage et le symbole de dessiccation apparaît ; pendant le fonctionnement le temps (mn) et le résultat en % d'humidité apparaissent en permanence à l'affichage.

v. Expression des résultats

La détermination d'humidité s'arrête automatiquement quand aucune perte de poids notable n'est détectée ; un triple signal sonore se fait entendre et « **END** » s'affiche :

Lire directement le résultat en % d'humidité dans l'échantillon.

P
A
R
T
I
E
III

RESULTATS
ET
DISCUSSIONS

I. Poissons frais à la réception

Le tableau ci-dessous est une compilation des résultats des analyses biochimiques, physicochimiques et sensorielles du poisson frais. En effet, chaque lot de poisson une fois acheminé au niveau de l'université, des analyses sont effectuées immédiatement sur un échantillon tiré au hasard qui sert de référence pour la suite des analyses du même lot.

paramètre date	Catégorie de fraicheur	ABVT mg/100g	Eau g/100g	Protéines g/100g	Lipides g/100g	I iode	I peroxyde
19/06/08	2,95 Extra	11,2	70,5	18,81	2,1	6,01	0,25
16/07/08	2,9 Extra	12	75,70	18,75	2	6,28	0,25
30/08/08	2,9 Extra	12,8	74,95	18,38	1,9	6,66	0,5
22/09/08	2,96 Extra	13	71	19,31	2,3	6,60	0,21

Tableau 9 : Résultats d'analyses des échantillons frais (à la réception)

Interprétation des Résultats

I.A. Indice de fraicheur

La valeur moyenne de l'indice de fraicheur obtenue par les analyses pour le poisson frais est de **2,927**. Selon le barème de cotation de l'Union Européenne, ce poisson est de qualité extra (supérieure ou égal à 2,7) [10].

I.B. Teneur de l'ABVT

La moyenne de la teneur en ABVT pour les échantillons du poisson frais est de **12,25 mg**, cette valeur est inférieure à la limite supérieure de la qualité extra selon la norme de l'Union Européenne pour l'ABVT qui est de **20 mg**. Ce résultat montre que le poisson frais pour les différents lots est de bonne qualité biochimique.

I.C. Composition chimique

Les valeurs obtenues après le dosage des quelques constituants du poisson tel que l'eau, protéines et lipides sont conformes au teneur moyennes de valeur nutritionnelle de cet espèce qui sont respectivement : **77,4 ; 18,7 ; 2,1** [15].

I.D. Degré d'oxydation des lipides

Les valeurs obtenues pour l'indice d'iode et de peroxydes sont faibles selon la norme de l'Union Européenne. Elles sont respectivement de **(6,01 – 6,66)** et de **(0,11 – 0,50)** qui traduisent la bonne qualité du poisson à la réception. En effet, selon la norme de l'UE, l'indice d'iode est de l'ordre **6,03 à 10,10** alors que l'indice de peroxyde, oscille entre **0** et **5 mg** [6].

Les différents résultats obtenus sur des poissons frais achetés à des dates différentes ne montrent de différence entre les différents indicateurs de la qualité du poisson. Ceci démontre que le poisson acheté immédiatement après le débarquement combiné à un tri est une bonne procédure pour l'achat du poisson. La qualité initiale du poisson est très importante pour l'évolution lors du stockage. Dans notre cas ce paramètre étant identique pour tous les lots nous permet de comparer l'évolution de la qualité des poissons des différents lots et en faisant des comparaisons entre eux.

II. Poisson réfrigéré

II.A. Premier lot

Le tableau suivant regroupe les résultats des analyses sensorielle, biochimique et physicochimique du 1^{er} lot du poisson réfrigéré.

paramètre date	Degré de TC°	Indice de fraicheur	ABVT mg/100g	Eau g/100g	Protéines g/100g	Lipides g/100g	I iode	I peroxyde
19/06/08	Réception	2,95 Extra	11,2	70,5	18,81	2,1	6,01	0,25
23/06/08	+11	1,43 B	32	71,35	18,	1,81	7,54	3,12
27/06/08	+10	0,10 C	56	86,10	14,4	0,62	9,36	4,52

Tableau 10 : Résultats d'évaluation de la qualité du premier lot de poisson

Interprétation des Résultats

Lors de la réfrigération, à l'instar des paramètres biochimiques, physicochimiques et sensoriels, nous suivons la température de stockage des poissons à l'intérieur du réfrigérateur. Pendant toute la durée de conservation les températures relevées varient entre **+10** et **+11°C**.

Cette condition de stockage ne répond pas à celle recommandée pour la réfrigération standard qui doit être de l'ordre de **0** à **+4°C**

II.A.1. Indice de fraicheur

On constate une évolution rapide de la qualité du poisson. En effet, l'indice de fraicheur se déplace rapidement de la catégorie extra (supérieur ou égal à **2,7**) vers la catégorie B (égal ou supérieur à **1** et inférieur à **2**) sans passer par la catégorie A (égal ou supérieur à **2** et inférieur à **2,7**). Les résultats montrent une évolution décroissante de la qualité du poisson dès le quatrième jour. Ce qui nous amène à dire que le poisson du premier lot commence à se détériorer en ce moment lors de la réfrigération. Cette détérioration peut être due à l'élévation de la température de l'entreposage qui favoriserait la multiplication des micro-organismes responsables de la dégradation chimique des différents constituants du poisson.

II.A.2. Teneur de l'ABVT

Les résultats de dosage de l'ABVT du premier, quatrième, et huitième jour sont respectivement **11,2 - 32 et 56mg**. Selon le barème de cotation de l'Union Européenne pour l'ABVT, le poisson du première jour est de qualité extra ($\leq 20 \text{ mg/100g}$). Le poisson du quatrième jour est de qualité B (**30 à 40 mg/100g**), et celui du huitième jour est de qualité C

($\geq 40 \text{ mg}/100\text{g}$). Ces résultats peuvent être expliqués par la production des différents composés azotés volatils tel que le triméthylamine (TMA) et l'ammoniac, sous l'action des enzymes autolytiques produits par les bactéries d'altération pendant la conservation dans de température supérieure à celle de réfrigération standard ($0 \text{ à } +4\text{C}^\circ$) [6].

II.A.3. Teneur en protéine

Chez le chinchard, la teneur en protéine varie de **19,1 à 18,3 mg /100g**. Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons de poissons pendant la période de conservation donnent les valeurs suivantes : **18,81g/100g** pour le premier jour, **18g/100g** pour le quatrième jour et **14,4 g/100g** pour le huitième jour. Ces résultats montrent une dégradation rapide de protéine au cours de la réfrigération, qui atteint dès le huitième jour une valeur (**14,4 g/100g**) inférieure à celle de la teneur minimale de protéine chez cet espèce (**18,3 g/100g**). Les conditions de conservation du poisson ne sont pas idéales et ont conduit à une dénaturation biochimique prématurée des protéines. Cela se traduit par une diminution significative de la teneur en protéine des poissons.

II.A.4. Teneur en lipides

S'agissant des lipides, l'évaluation de ce lot de poisson montre une diminution notable de la teneur en lipide, qui se déplace de la valeur **2,1 g/100g**, au premier jour, à **1,81g/100g** dès le quatrième jour et arrive au huitième jour à une valeur de **0,62g/100g**. Cette dernière valeur est inférieure à la teneur en lipide chez le chinchard qui varie de (**2,6 à 1,7 g/100g**). Ces résultats sont confirmés par la croissance des valeurs de l'indice d'iode et celui du peroxyde qui donnent, à leurs tours, au huitième jour des valeurs proches aux limites supérieures des normes de ces deux indices. Les résultats de l'indice d'iode obtenus lors des analyses varient de **6,01 à 9,36**, et celles de l'indice de peroxyde de **0,25 à 4,52**. En effet la norme de l'UE de ces deux indices est **5 mg** d'oxygène /g d'huile pour le peroxyde et de **6,03 à 10,10g** d'iode/100g d'huile pour l'iode. L'évolution rapide de ces indices peut s'expliquer par les mécanismes d'hydrolyse et d'oxydation auto catalytique des acides gras causée par les différents facteurs d'altération comme les enzymes digestives présents dans les viscères du poisson.

II.A.5. L'humidité

La teneur en eau montre une évolution croissante lors de la durée de réfrigération. Les valeurs obtenues sont de **70,5%** le premier jour, **71,35** le quatrième jour et **86,1** le huitième

jour. Cette évolution peut être due à l'hydrolyse bactérienne des constituants du poisson au cours de la réfrigération.

Ces différents résultats sont traduits par les histogrammes de la figure suivante :

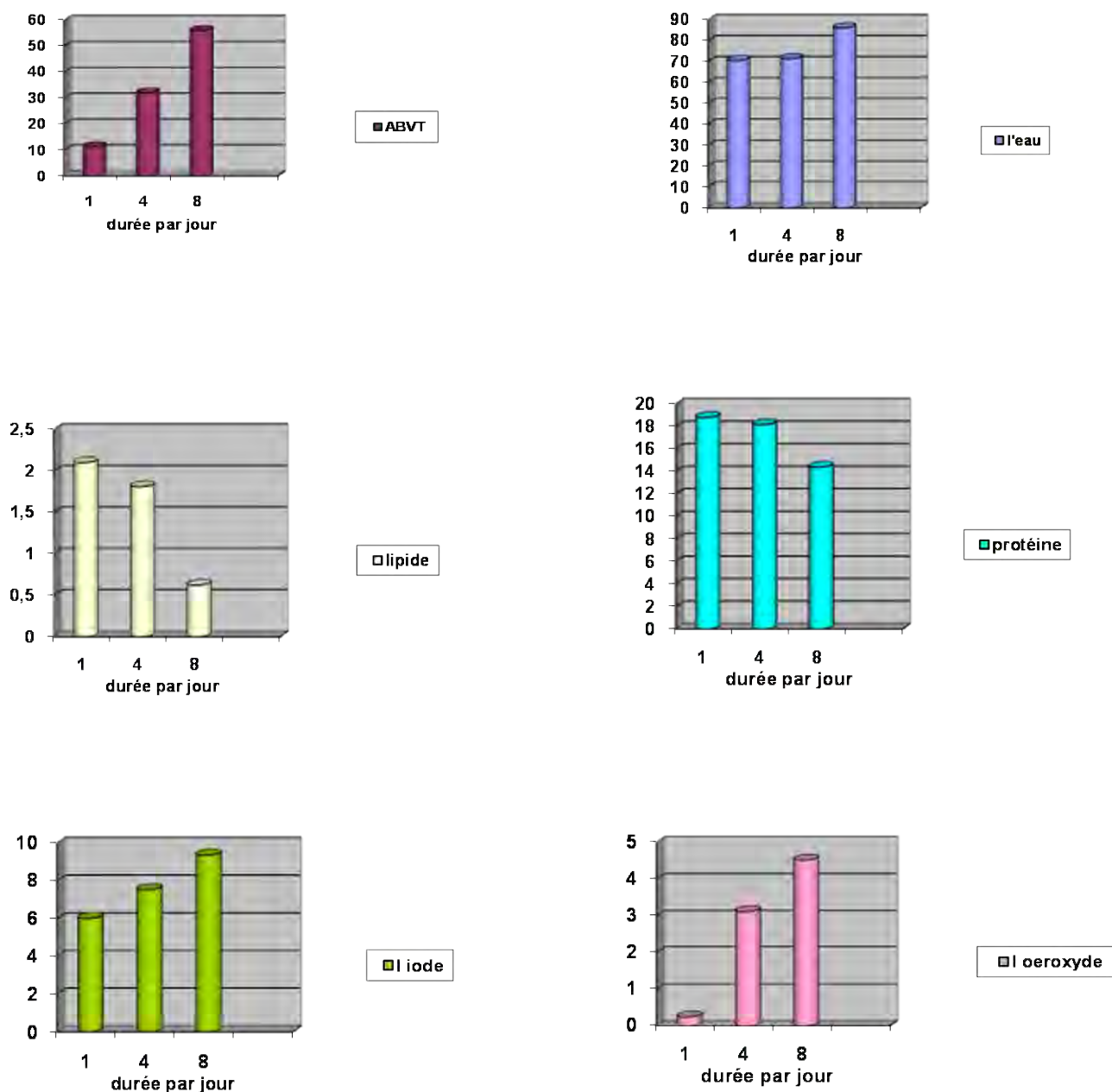


Figure 8 : Présentation graphique d'évaluation des indicateurs de qualités étudiés pour le premier lot

II.B. Deuxième lot

Les résultats des analyses du premier lot ont été insatisfaisants, car le poisson a pourri plus tôt que prévu. Cette dégradation accélérée peut être due à la température de conservation qui variait de $+10$ à $+11^{\circ}\text{C}$. Ainsi, dans le souci d'abaisser la température du réfrigérateur, nous avons joué sur l'environnement avec une meilleure aération de la salle de réfrigérateur pendant le stockage du deuxième lot. Cette décision peut être considérée comme une mesure corrective qui peut abaisser la température du réfrigérateur.

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyse des différents échantillons du deuxième lot.

paramètre date	Degré de TC°	Indice de fraicheur	ABVT mg/100g	Eau g/100g	Protéine s g/100g	Lipides g/100g	I iode	I peroxyde
16/07/08	Réception	2,95 Extra	12	75,70	18,75	2	6,28	0,25
20/07/08	+8	2,1 A	28	76,35	18,15	1,72	7,29	1,75
24/07/08	+8	1,1 B	38	77,15	17,94	1,6	8,34	3,5
28/07/08	+7	0,12 C (non admis)	56	81,5	14,67	0,82	9,07	4,91

Tableau 11: Résultats d'évaluation de la qualité du deuxième lot de poisson réfrigéré

Interprétation des résultats

Le contrôle de température de réfrigération, après l'aération de la salle donne des valeurs qui varient de $+7$ à $+8^{\circ}\text{C}$. Cette température est inférieure à celle obtenue au cours du premier lot ($+10$ à $+11^{\circ}\text{C}$) de 3°C environ. Mais elle reste toujours supérieure à la température standard de réfrigération.

II.B.1. Indice de fraîcheur

Les valeurs obtenus pour cet indice sont **2,95** (qualité extra) le première jour, **2,1** (qualité A) le quatrième jour, **1,1** (qualité B) le huitième jour et **0,12** (qualité C ou non admis) pour le douzième jour. Selon le barème de cotation de l'UE ces valeurs indiquent que le poisson commence à se détériorer après le huitième jour, tandis que le poisson du premier lot commence à se détériorer dès le quatrième jour lors de sa réfrigération. Ces résultats nous permettent de dire que la durée de réfrigération du deuxième lot est 2 fois plus longue que celle du premier lot. Ce qui peut être due à la diminution de la température du réfrigérateur pendant le stockage du deuxième lot qui varie de **+7 à +8C°**. A cette température, l'activité des agents de détérioration (microorganisme et enzyme) est ralentie comparativement au premier lot.

II.B.2. Teneur de l'ABVT

Les résultats de dosage de l'ABVT pour le deuxième lot sont : **12mg/100g** (qualité extra) le première jour, **28mg/100g** (qualité A) le quatrième jour, **38mg/100g** (qualité B) le huitième jour et **56mg/100g** (qualité C) pour le douzième jour. Selon la norme de l'UE ce poisson reste **8** jours en bonne qualité biochimique. On constate que le poisson du deuxième lot a conservé sa qualité biochimique d'une durée plus longue comparée au premier lot. Car la valeur de l'ABVT obtenue au douzième jour du deuxième lot (**56 mg/100**) est égale à celle obtenue le huitième jour du premier lot.

II.B.3. Teneur en protéine

Quant aux protéines, leur teneur varie de **18,75** pour le première jour, **18,15** le quatrième jour, **17,94** le huitième jour et **14,67** le douzième jour. Ces résultats montrent que les protéines ont subi une dégradation au cours de la réfrigération jusqu'à atteindre **14,67%** au douzième jour. Cette valeur est presque égale à celle obtenue au huitième jour du premier lot (**14,4%**). Cela nous amène à dire que la dégradation protéinique est moins rapide dans le deuxième lot. Ces résultats, nous montrent l'influence de la température de conservation sur l'évolution de la qualité physicochimique du poisson au cours de sa réfrigération.

II.B.4. Teneur en lipides

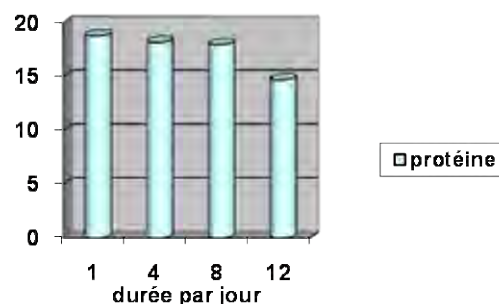
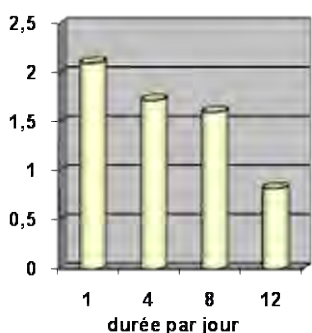
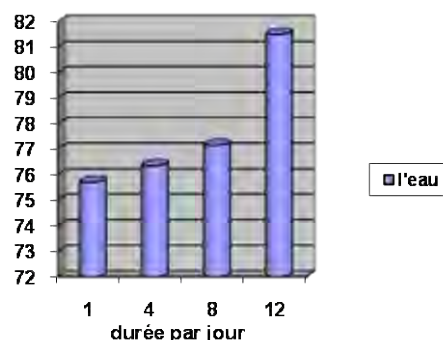
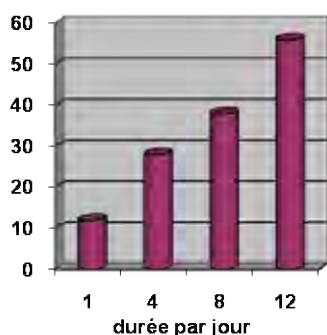
La teneur en lipides varie de **2g/100g** le première jour, **1,72g/100g** le quatrième jour, **1,6g/100g** le huitième jour et **0,82g/100g** le douzième jour, cette dernier est presque égale de celle obtenue lors du huitième jour du premier lot (**0,62**). Les valeurs obtenues le douzième jour pour l'indice d'iode et de peroxydes sont successivement **9,07 et 4,91**, ces valeurs sont

proches de celles obtenues de ces deux indices le huitième jour du premier lot qui sont **9,36** pour l'iode et **4,52** pour le peroxyde. Ces résultats montrent une oxydation de lipide du poisson de deuxième lot moins forte que celle du premier lot. Cette oxydation des lipides n'atteint pas la limite supérieure selon la norme de l'UE. En effet la norme de l'UE des ces deux indices est **5 mg** d'oxygène /g d'huile pour le peroxyde et de **6,03 à 10,1g** d'iode/100g d'huile pour l'iode.

II.B.5. L'humidité

Le dosage de l'humidité donne des valeurs de **75,7** le première jour, **76,35** le quatrième jour, **77,15** le huitième jour, et **81,5%** pour le douzième jour. Cette dernière est plus faible que celui du huitième jour du premier lot qui est de l'ordre de **86,1%**. Ces résultats indiquent que l'hydrolyse des constituants du poisson reste plus importante pour le premier lot que le deuxième lot.

Les représentations graphiques ci-dessous traduisent les différents résultats d'évaluation de la qualité du deuxième lot.



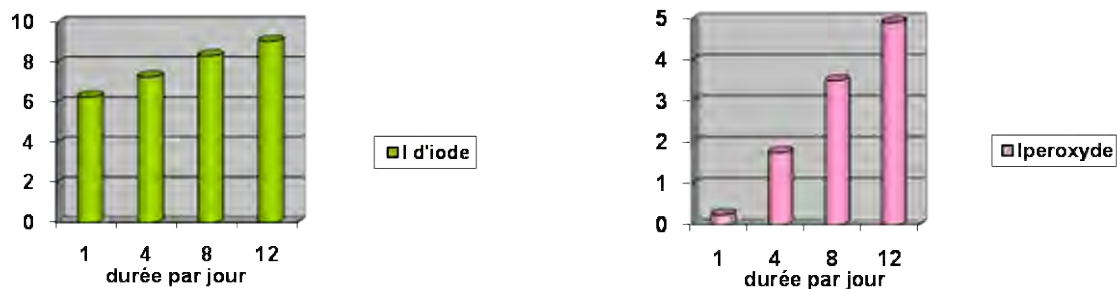


Figure 9 : Présentation graphique d'évaluation des différents indicateurs étudiés pour le deuxième lot

L'interprétation des résultats des analyses du deuxième lot montrent que les nouvelles conditions de température qui varie de $+7$ à $+8^{\circ}\text{C}$, ne donne pas des résultats satisfaisants, car elle abaisse la température sans l'amener au degré standard de réfrigération qui est de l'ordre de 0 à $+4^{\circ}\text{C}$, et toujours dans la recherche d'amélioration des conditions de stockage du produit, nous avons procédé au déplacement du réfrigérateur dans une autre salle dont la position par rapport au soleil était plus clément.

II.C. Troisième lot

Le tableau suivant montre les différents résultats obtenus au cours d'évaluation du troisième lot du poisson réfrigéré.

paramètre date	Degré de TC°	Indice de fraicheur	ABVT mg/100 g	Eau g/100 g	Protéine s g/100g	Lipides g/100g	I iode	I peroxyde
30/08/08	Réception	2,9 Extra	12,8	74.95	18.38	1,9	6.66	0.5
03/08/08	+11	1.8 B	31,61	76,17	17,5	1.7	7.8	.3, 5
07/08/08	+9	0.10 C (non admis)	58,8	80.11	15,19	0,73	9, 84	4

Tableau 12 : Résultats d'évaluation de la qualité du troisième lot de poisson

Le contrôle de la température montre des valeurs qui varient de $+9$ à $+11^{\circ}\text{C}$, après le déplacement du réfrigérateur. Cet intervalle de température est quasiment identique à u premier lot. L'intérêt du déroulement de cette opération a eu le mérite de confirmer les tendances avec le deuxième lot.

Les résultats des analyses sensorielles, biochimiques et physicochimiques évoluent de manière similaire au premier lot.

Les représentations graphiques ci après montrent les résultats des différents indicateurs de qualité étudiés pour le troisième lot.

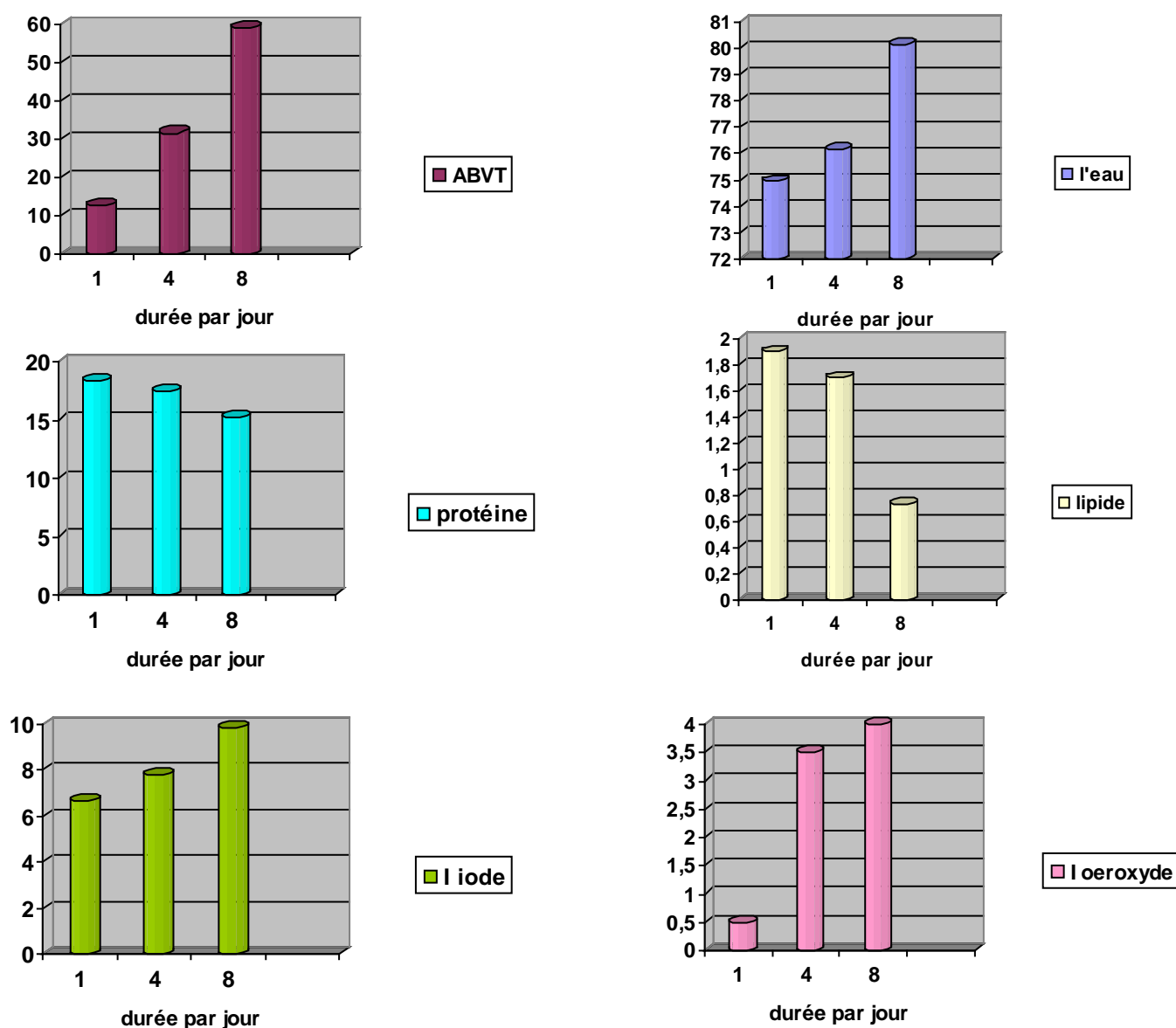


Figure 10 : Présentation graphique d'évaluation des différents indicateurs de qualités étudiés pour le troisième lot

Depuis le stockage du premier lot, le réfrigérateur utilisé donne des valeurs de température supérieures à celles recommandées pour la réfrigération. Plusieurs essais ont été réalisés pour améliorer cette condition, parmi lesquels on cite: l'aération de la salle, le déplacement du réfrigérateur vers une salle climatisée, et enfin l'ajout du gaz. C'est pourquoi la direction du CRAER a décidé d'acheter un nouveau réfrigérateur (ZANUSSI, 90W) ce qu'on a utilisé pour la conservation du quatrième lot de poisson.

II.D. Quatrième lot

Les résultats d'évaluation, du poisson conservé dans le nouveau réfrigérateur (quatrième lot) sont donnés par le tableau ci-après :

paramètre date	Degré de TC°	Indice de fraicheur	ABVT mg/100g	Eau g/100g	Protéines g/100g	Lipides g/100g	I iode	Indice de peroxyde
22/09/08	Réception	2,96 Extra	13	71	19,31	2,3	6,60	0,21
26/09/08	0C°	2,68 A	21	72,04	19,25	2	6,83	1,30
30/09/08	+1C°	2,11 A	30,07	76,18	18,56	1,64	7,09	2,7
04/10/08	+2C°	B 1,2	38	80,07	18,09	1,75	7,91	3,32
08/10/08	+2C°	0,23 C (non admis)	56	86,16	15,31	0 :91	8,76	4,12

Tableau 13 : Résultats d'évaluation de la qualité du quatrième lot réfrigéré

Interprétation des résultats

Le contrôle de température du nouveau réfrigérateur au cours de l'entreposage du quatrième lot donne des valeurs entre **0 à +2°C**. Ces valeurs sont conformes aux conditions standards de réfrigération, car elle reste toujours inférieure à la limite supérieure de cette condition qui est de **+4°C**.

II.D.1. Indice de fraîcheur

L'évolution de la qualité du poisson du quatrième lot est moins rapide que celui des autres lots de poisson réfrigérés. En effet l'indice de fraîcheur se déplace de la catégorie extra (supérieur ou égal à 2,7) vers la catégorie A (égal ou supérieur à 2 et inférieur à 2,7) le quatrième jour. Le poisson conserve sa qualité de catégorie A jusqu'au huitième jour. Les résultats du douzième jour montrent que le poisson est de catégorie B c'est-à-dire ayant un indice de fraîcheur égale à 1,2 qui est compris entre 1 et 2 qui sont les normes de l'UE. Ensuite, la qualité du poisson évolue vers la catégorie C selon les résultats des analyses du quinzième jour, soit une valeur de 0,23 inférieure à 1, qui est l'indicateur de l'UE.

Ces résultats nous montrent que le poisson du quatrième lot commence à se détériorer juste après le douzième jour lors de la réfrigération. La qualité non admis (C), a été obtenue le quatrième jour pour le premier et troisième lot, et le huitième jour pour le deuxième lot. Ce que nous indique l'influence du degré de température sur la durée de conservation du poisson.

II.D.2. Teneur de l'ABVT

Les valeurs obtenues lors de l'évaluation biochimique sont 13mg/100g le premier jour, 21mg/100g le quatrième jour, 30,07mg/100g, le huitième, 38mg/100g jour, le douzième jour et 56mg/100g le quinzième jour. En comparaison ces valeurs avec la limite supérieure de norme de l'UE qui est $\leq 40\text{mg}/100\text{g}$, on constate que le poisson reste en bonne qualité biochimique 12 jours minimum. Pour le premier et troisième lot le poisson entre dans la qualité non admis dès le quatrième jour, tandis que le poisson du deuxième lot entre dans ce niveau de qualité le huitième jour. Cette différence indique le rôle de température lors du stockage du poisson.

II.D.3. Teneur en protéine

S'agissant des protéines, leurs teneurs varient de 19,31 le première jour, 19,25 le quatrième jour, 18,56 le huitième jour, 18,09 le douzième jour et 15,31 le quinzième jour. Ces résultats montrent que les protéines ont subi une dégradation au cours de la réfrigération jusqu'à atteindre 15,31 % au quinzième jour. Cette valeur est supérieure à celles obtenues aux derniers jours du premier, deuxième et troisième lot, qui sont respectivement : 14,4 –

14,67 - 15,19. Cela nous amène à dire que la dégradation protéique évolue plus lentement dans le quatrième lot.

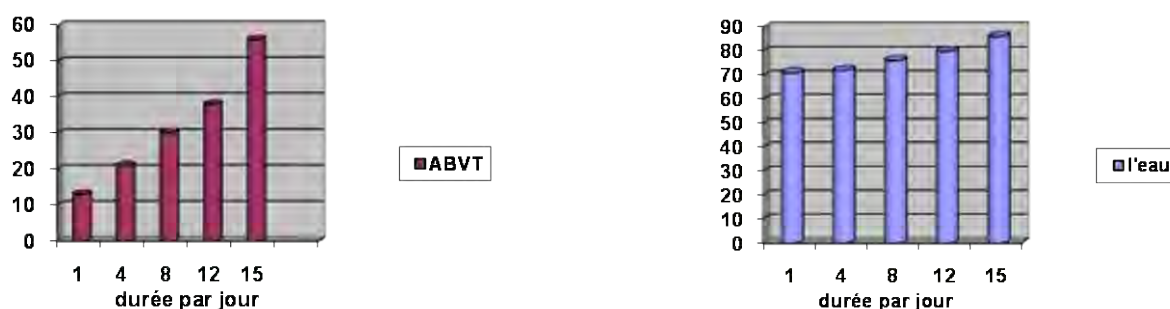
II.D.4. Teneur en lipide

Pour les lipides, les valeurs que nous avons trouvées au cours du contrôle de l'indice d'iode et celui du peroxyde varient de **6,060 à 8,78** pour l'iode et de **0,21 à 4,12** pour le peroxyde. En comparant ces valeurs avec celles obtenues pour les autres lots, on constate qu'elles sont inférieures à celles du premier, deuxième et troisième lot. Dans ces conditions de conservation, bien que le poisson a subi une oxydation, les valeurs obtenues sont restées inférieures aux normes fixées par l'UE. C'est aussi le cas pour la teneur en lipide qui varie de **2,3** le premier jour, **2** le quatrième jour, **1,64** le huitième jour, **1,75** le premier jour et **0,91** le quinzième jour. Ces résultats indiquent bien la relation de température de stockage et degré d'oxydation des lipides.

II.D.5. L'humidité

Les résultats montrent une évolution de la teneur en eau qui varie de **71 à 86,16%**, cette teneur est quasiment égale à celles obtenues le dernier jour du premier, deuxième et troisième lot, qui sont successivement : **86,10- 81,5- 80,11%**. Ces valeurs sont plus élevées en comparaison avec celle du c hinchard (**78%**). Cette augmentation peut s'expliquer par l'hydrolyse des constituants du poisson au cours de la réfrigération.

Les différents résultats du quatrième lot sont traduits par les figures suivantes :



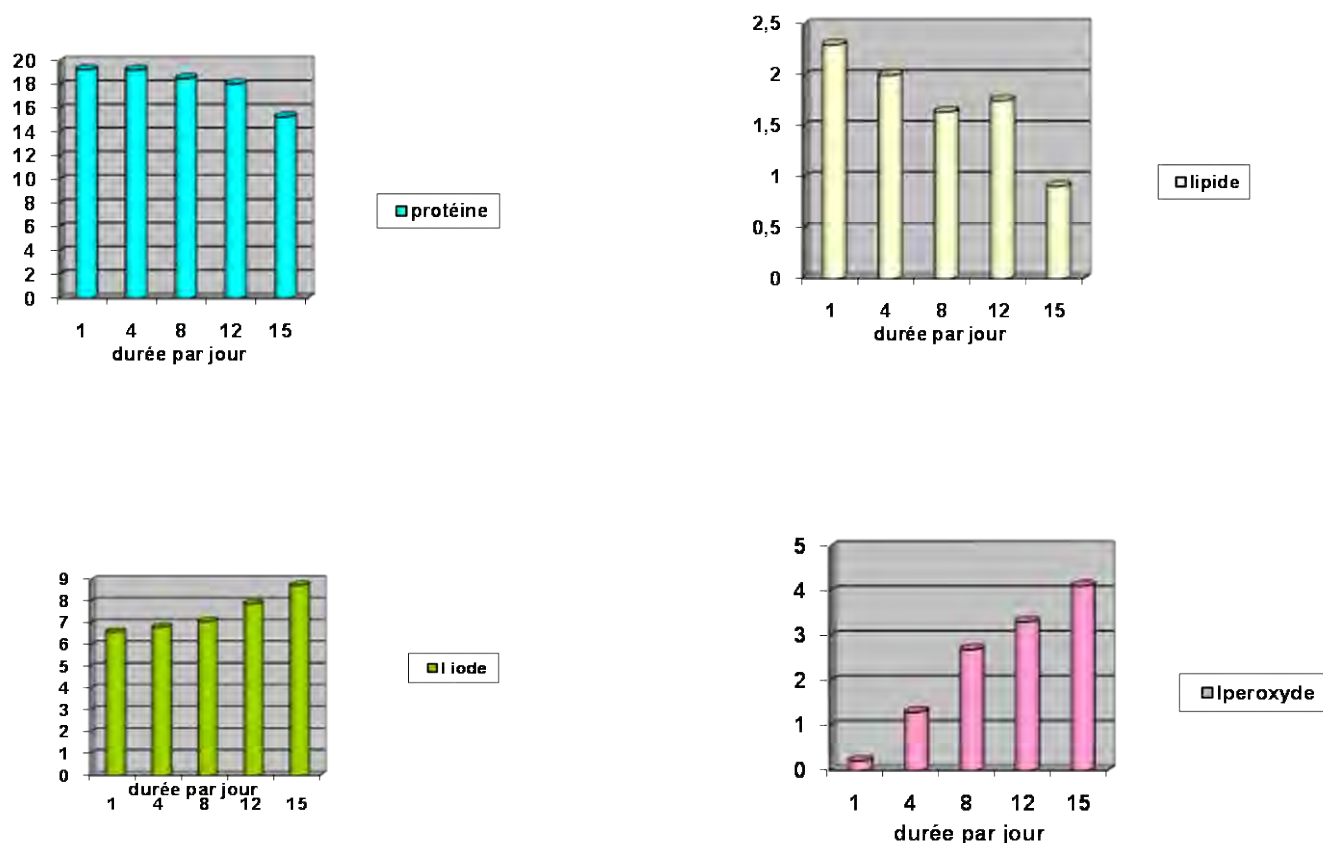


Figure 11: Présentation graphique d'évaluation des différents paramètres étudiés pour le quatrième lot

La durée de la réfrigération du poisson maigre, d'après la bibliographie varie d'une à deux semaines [6]. Nos résultats montrent, lors de réfrigération du quatrième lot que le poisson chinchard non éviscéré et réfrigéré à une température de 0 à $+2^{\circ}\text{C}$ reste 12 jours minimum en bonne qualité. Par contre le poisson des autres lots conservés sous une température variante entre $+7$ à $+11^{\circ}\text{C}$ reste consommable au maximum jusqu'au huitième jour. Ces résultats nous permettent de dire que les espèces du poisson maigre entier stocké dans de température standard de réfrigération, peuvent rester 12 jours en bonne qualité du point de vue sensorielle, biochimique et physicochimique.

III. Poisson congelé

Le poisson congelé a été stocké le même jour avec le premier lot du poisson réfrigéré (19/06/08). Ce poisson a été conservé pendant 4 mois. Les analyses ont été effectuées mensuellement pour évaluer l'évolution de sa qualité sensorielle, biochimique et physicochimique.

L'évaluation des poissons congelés, décongelés cuits est réalisée selon une cotation différente de celle qui a été utilisée pour le poisson frais. Cette évaluation est basée sur la grille de cotation de l'UE pour cette catégorie. Comme nous l'avons dit tantôt, l'indicateur d'appréciation de la qualité du poisson congelé-décongelé-cuits varie comme suit :

- Pour la catégorie A : ≤ 10
- Pour la catégorie B : $\geq 10 \text{ et } \leq 25$
- Pour la catégorie C : > 25

Ce qui justifie la variation entre les valeurs de l'indice de fraîcheur pour le poisson à la réception et pour le poisson congelé.

Les différents résultats obtenus au cours de ces évaluations sont regroupés dans le tableau suivant :

paramètre Date	Degré de TC°	Indice de fraîcheur	ABVT mg/100g	Eau g/100g	Protéines g/100g	Lipides g/100g	I iode	I peroxyde
19/06/08	Réception	2,96 Extra	11,2	71	18,81	2,10	6,01	0,25
19/07/08	-18C°	1,5 A	19	75,03	18,37	2,04	6,17	0,33
19/08/08	-18C°	3,3 A	21	78,11	17,28	1,93	6,31	0,71
19/09/08	-18C°	5,8 A	25,8	80,1	17,10	1,90	6,69	1,32
19/10/08	-19C°	7 A	28	82,93	16,80	1,83	7,04	1,98

Tableau 14 : Résultats d'évaluation de la qualité du poisson congelé

Interprétation des résultats

Le contrôle de température du congélateur donne des valeurs qui varient de **-18 à -19 °C**, ce qui répond aux conditions recommandées pour la congélation qui est $\leq -18^{\circ}\text{C}$.

III.A. Indicateur sensoriel

Les valeurs obtenues indicateur sensorielle varient de **2,96** le premier jour, **1,5** après 1 mois, **3,3** après 2 mois, **5,8** après 3 mois et **7** le quatrième mois, ces valeurs montrent que le poisson à la fin du quatrième mois est de qualité A (inférieur à **10**). Selon le barème de cotation de l'UE le poisson reste 4 mois dans la première catégorie de qualité du poisson congelé. Ces résultats montrent que le poisson a conservé sa qualité sensorielle pendant la durée expérimentale de 4 mois. Néanmoins on constate que le poisson pourrait être conservé encore plus longtemps car pendant ces 4 mois, nous n'avons pas encore atteint la catégorie B.

III.B. Teneur de l'ABVT

Le dosage de l'ABVT durant les quatre mois donne des valeurs qui varient de **11,2** le premier jour, **19mg/100g** après 1 mois, **21mg/100g** après 2 mois, **25,8mg/100g** après 3 mois et **28mg/100g** après 4 mois. Ces valeurs montrent que la qualité biochimique du poisson congelé durant 4 mois ne dépasse pas **28mg**, cette valeur reste inférieure à la limite supérieure de catégorie A qui varie selon la norme de l'UE de **20 à 30mg**.

III.C. Teneur en protéine

Les résultats de dosage de protéine pendant l'étude varient de **(18,81 à 16,80g/100g)**. Cette teneur répond à la valeur nutritionnelle du chinchard qui varie de **16,3 à 19,2 %**, [15]. Ces résultats ne montrent pas une dégradation peptidique lors de la congélation du poisson.

III.D. Teneur en lipide

La teneur en lipide varie de **2,18 à 1,83 g/100g**, ce résultat nous montre que les lipides subissent une dégradation faible. Cela est confirmée par les résultats des deux indices (d'iode et de peroxyde) qui donnent au quatrième mois respectivement **7,04g d'iode/100g d'huile**, et **1,98 mg d'oxygène/g d'huile**. Ces valeurs sont conformes aux normes de l'union européenne qui sont de **6,3** jusqu'à **10,10g d'iode/100g d'huile** pour l'indice d'iode et de **0 à 5 mg d'oxygène/g d'huile** pour le peroxyde.

III.E. L'humidité

Concernant l'eau l'évaluation de sa teneur montre une évolution croissante pendant toute la durée de la conservation. Cette teneur atteint dans le quatrième mois la valeur de **82,93%**,

cette augmentation peut être due à l'effet de la congélation lente (-18°C). En effet, cette méthode de congélation permet la formation d'une part des gros cristaux, et d'autre part la congélation rentre non seulement en profondeur du poisson mais aussi à l'intérieur des cellules. Cela favorise l'hydrolyse de la chair du poisson.

La figure suivante montre ces différents résultats :

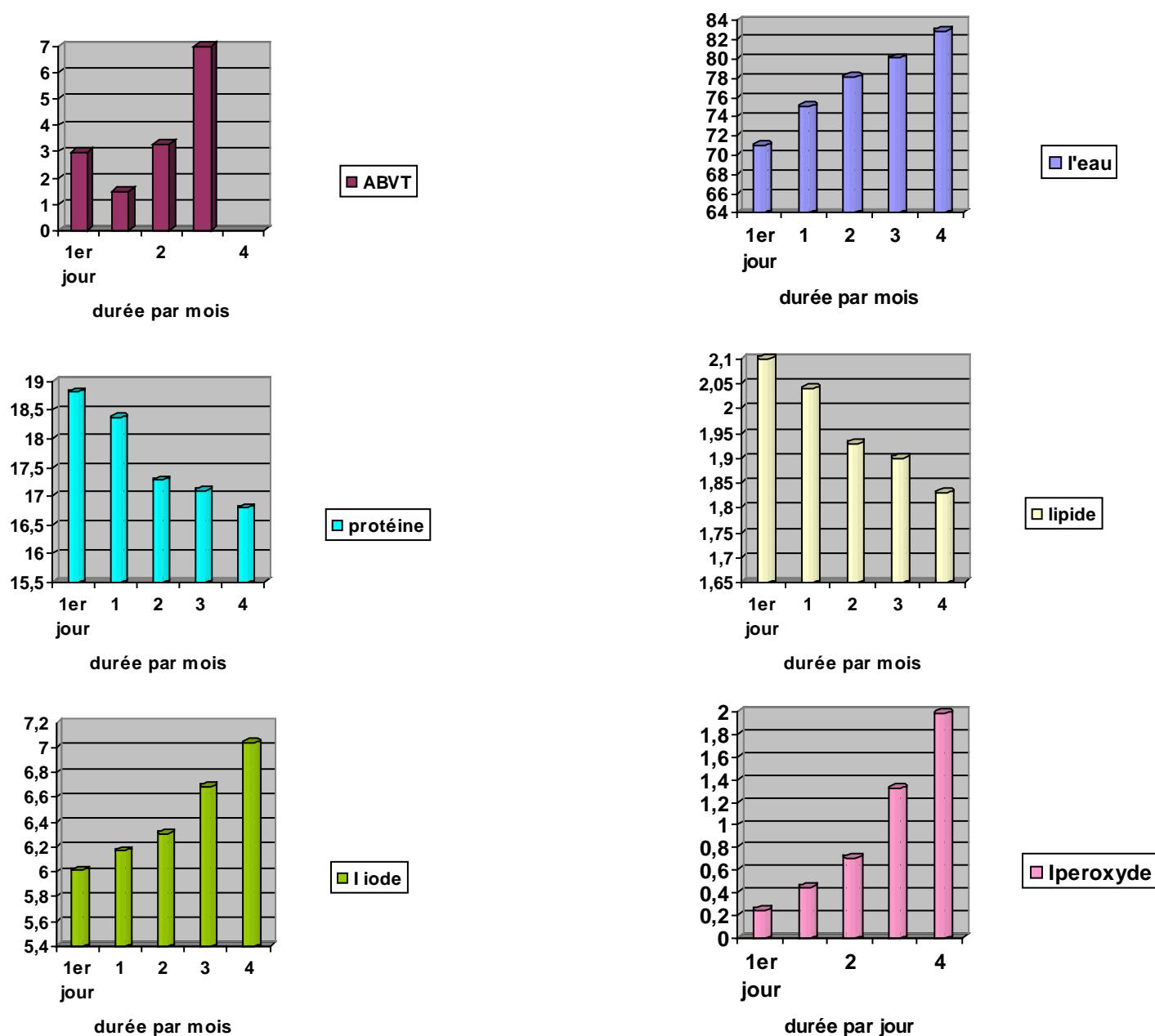


Figure 12 : Présentation graphique d'évaluation des différents paramètres étudiés pour le poisson congelé

Les poissons maigres éviscérés congelés à -18°C reste consommable **8** mois d'après la bibliographie. [10]. Notre résultat, montre que le chinchard non éviscéré congelé dans de température inférieure ou égale à -18°C reste quatre mois minimum en bonne qualité sensorielle, biochimique et physicochimique.

CONCLUSION

Cette étude a été appliquée sur le chinchard à queue jaune (*Trachurus Mediterraneus*) conservé dans un réfrigérateur et un congélateur alimentés par les énergies renouvelables. Les échantillons de poisson étudiés ont été soumis à une évaluation sensorielle associée à des dosages des paramètres biochimiques et physicochimique pour déterminer l'évolution de la qualité du poisson.

La conservation du poisson par le froid produit par les énergies renouvelables donnent des résultats satisfaisant comparés à ceux de la bibliographie obtenue par le système conventionnel.

Le poisson peut être conservé par réfrigération pendant 12 jours tout en préservant l'essentiel de ses qualités et sans porter préjudice au consommateur. En effet, tous les indicateurs de qualité restent dans l'intervalle des normes fixées par l'UE.

Une vision croisée des résultats des différents lots de poisson montre une évolution différenciée des différents indicateurs de qualité. Ainsi, toute chose étant égale par ailleurs, ces résultats mettent en exergues l'influence de la température de conservation sur l'évolution des indicateurs, autrement dit, de la détérioration du poisson.

Quant à la congélation, notre étude a montré que pendant les 4 mois que le poisson congelé a conservé encore sa qualité supérieure. Cela montre qu'il pourrait encore être conservé à cette température quelques mois sans courir un risque majeur.

Enfin, aussi bien pour la réfrigération que pour la congélation, les différents indicateurs biochimiques, sensoriels et physicochimiques suivent une même évolution. En effet, les valeurs trouvées pour chaque étape d'analyse correspondent à une même catégorie. Cela montre que la corrélation entre les différents paramètres est significative.

En fin, nous recommandons pour la continuité de ce travail, d'approfondir les connaissances en matière de conservation par le froid :

1. Etude comparée des poissons éviscérés ou non ;

2. D'approfondir la durée de conservation lors de la congélation afin de déterminer les dates limites ;
3. Elargir les analyses sensorielles même pour le poisson réfrigéré aux étapes de cuissons afin de mieux apprécier d'autres indicateurs qui se révèlent lors de la cuisson (flaveur, odeur etc.).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] P ;j, CAURO ; r BELLAIL - *Observation ichtyologique effectuée 2004. Page 11- 14*
- [2] .M. García; J.F. Caddy; J. Csirke; D. Die; R. Grainger; J. Majkowski *Titre de série: FAO Examen de la situation mondiale des espèces de grands migration et des stocks de produits de la pêche page 74.*
- [3] CHUNG Y. ⁽¹⁾ ; MATSUNO Y. ; FUJIEDA S. ; YAMANAKA Y. ; *Auditory threshold of Japanese horse mackerel Trachurus japonicas 1995, page. 695-699*
- [4] TELEOT , T ; *carang hormen identification des espèces pélagiques (carangidea) page 182*
- [5] *Utilisation responsable du poisson Titre de série: FAO Directives techniques pour une pêche responsable - No.7 2001 36 .*
- [6] BERNARD A. ; CARLIER H. - *Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influence des technologies. Les cahiers de l'ENSBANA - 1992. Tec Doc LAVOISIER, PARIS. Page 62*
- [7] Ramaswamy, H. et Abdelrahim, K. 1991. *Thermal processing and food quality. Dans : Encyclopedia of Food Science and Technology, pp.13*
- [8] Shawyer, M.; Medina Pizzali, A.F. *L'utilisation de la glace sur les bateaux de pêche artisanale page 87*
- [9] Huss, H.H.: *la qualité et son évolution dans le poisson frais page 198 – 214*

[10] *M SEYDI 2000 laboratoires HIDAOA (technologies et industries alimentaires)*

[11] *Baziramwabo, T. Titre de série: Project reports Mission seminaire sur la formation des formateurs aux techniques de pêche 1988 page 37*

[12] *Momar yacinthe DIOP Amélioration de traitement de la conservation et de transformation du poisson et des produits de la pêche 2007 page 154*

[13] *Jean- pierre NICOLLE ; camille KNOCKAERT valorisation des produits de la mer 1989 page 6>0*

[14] *Jean- lous KODO Flore microbienne l'ionisation des produits de la pêche page 149*

[15] *HuidobroA ; paslorA ; cabelleroM,E ; tejeodaM – effet du lavage sur la méthode de l'indice de la qualité de la dorade royale 2001 page 408-412*

Webographie :

www.google.fr

www.fao.com