

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Contamination bactérienne des poissons

Tableau II : Barème de cotation fraîcheur C.E.E.

Tableau III : Catégorie de fraîcheur C.E.E.

Tableau IV : Standards de retrait pour les téléostéens

Tableaux V : Moyennes des principaux paramètres au jour du rejet organoleptique

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Dénombrement de la flore MAC 30 et de la FAP

Figure 2 : Préparation des échantillons pour dosage de l'ABVT

Figure 3 : Distillation à la vapeur

Figure 4 : Evolution des caractères sensoriels des filets de poisson

Figure 5 : Evolution de la cotation fraîcheur des filets de poisson

Figure 6 : Evolution de la flore MAC 30 et de la FAP

Figure 7 : Production d'ABVT et de TMA dans les filets de soles

Figure 8 : Evolution du rapport TMA/ ABVT

Figure 9 : Salle de filetage

Figure 10 : Salle de nettoyage – désinfection des boîtes de polystyrène

Figure 11 : Début de levée de filet de sole langue tropicale

Figure 12 : Fin de la levée de filet de sole langue tropicale

Figure 13 : Soles rejetées pour défaut de qualité

Figure 14 : Filet de soles pesées

Figure 15 : Souillure du bassin de lavage des poissons entiers

Figure 16 : Défectuosité du dispositif de traitement de l'eau aux U.V.

Figure 17 : Débarquement des soles

Figure 18 : Réception/triage et calibrage des soles

Figure 19 : Réception des boîtes de polystyrène à la sortie du toboggan

Figure 20 : Zone d'entrecroisement des courants de circulation

Figure 21 : Sortie d'un échantillon pour analyses

Figure 22 : Refermeture de la boîte de polystyrène

Figure 23 : Prise d'essai

Figure 24 : Préparation de la solution mère

Figure 25 : Homogénéisation de la solution mère

Figure 26 : Coloration rosâtre du filet le long de la colonne vertébrale

Figure 27 : Hotte à flux laminaire

Figure 28 : Etuve à 30°C

Figure 29 : Examen organoleptique du filet

Figure 30 : Revivification de la suspension mère

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

ABVT: Azote Basique Volatil Total

ATC : Acide Trichloro-acétique

CEE: Communauté Economique Européenne

CFU: Unité Formant Colonie

DLC : Date Limite de Consommation

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

F CFA : franc de la communauté Financière de l'Afrique de l'Ouest

FAO: Food Agriculture Organization

FAP : Flore Aérobie psychrotrophe

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

HIDAOA: Hygiène et Industries des Denrées Alimentaires d'Origine Animale

ISO : International Standardization Organization

MAC 30 : Flore Aérobie Mésophile cultivant à 30°C

PCA: Plate Count Agar

pH : Potentiel d'Hydrogène

TMA: Triméthylamine

TABLE DES MATIERES

Titres	Pages	
INTRODUCTION	1	
<u>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</u>		
<u>CHAPITRE I : HYGIENE ET TECHNOLOGIE DES FILETS DE POISSON</u>		2
1. Définitions :	2	
1.1. Filets de poisson	2	
1.2. Hygiène	2	
2. Hygiène de la préparation des filets de poisson	2	
2.1. Hygiène des locaux	2	
2.2. Hygiène du matériel	2	
2.3. Hygiène du personnel	3	
2.4. Nettoyage-Désinfection	3	
2.5. Maîtrise de la qualité hygiénique	3	
3. Technologie des filets de poissons	3	
<u>CHAPITRE II : QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES FILETS DE POISSON</u>		4
1. Qualité organoleptique	4	
2. Examen organoleptique	4	
<u>CHAPITRE III : CARACTERISTIQUES BACTERIOLOGIQUES DU POISSON</u>		5
1. Sources de contamination	5	
2. Intérêt du dénombrement de la Flore Aérobie Totale	5-6	
<u>CHAPITRE IV : CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU POISSON</u>		7
1. Principaux constituants chimiques	7	
1.1. Lipides	7	
1.2. Protéines	7	
1.3. Matières azotées non protéiques	7	
2. Importance du dosage de l'ABVT et de la TMA	7-8	

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	9
1. Matériel	9
1.1. Matériel d'enquête.....	9
1.2. Matériel biologique	9
1.3. Matériel de prélèvement.....	9
1.4. Matériel de laboratoire	9
1.4.1. Matériel pour examen organoleptique.....	9
1.4.2. Matériel d'analyses microbiologiques.....	9
1.4.3. Matériel d'analyses chimiques	10
2. Méthodes	10
2.1. Méthodes d'enquête.....	10
2.2. Echantillonnage	10
2.3. Transport	10
2.4. Stockage	10
2.5. Examen organoleptique	11
2.5.1. Principes	11
2.5.2. Mode opératoire.....	11
2.5.3. Expression des résultats.....	12
2.6. Analyses microbiologiques	12
2.6.1. Milieu de culture.....	12
2.6.2. Mode opératoire.....	12
2.6.3. Lecture des résultats	13
2.6.4. Interprétation des résultats.....	13
2.7. Analyses chimiques.....	13
2.7.1. Dosage de l'ABVT	13
2.7.1.1. Mode opératoire.....	13
2.7.1.2. Préparation de l'échantillon.....	13-14
2.7.1.3. Titrimétrie.....	15
2.7.1.4. Expression des résultats.....	15
2.7.2. Dosage de la TMA.....	15
2.7.2.1. Mode opératoire.....	15
2.7.2.2.. Préparation de l'échantillon.....	15
2.7.2.3.. Expression des résultats.....	15
2.7.2.4. Interprétation des résultats.....	16
2.7.3. Détermination de la durée de vie.....	16
2.7.4. Analyses statistiques.....	16

CHAPITRE II : RESULTATS

1. Données d'enquête	17
1.1. Présentation de l'unité	17
1.2. Observations générales	17
1.3. Hygiène des locaux et des installations	17
1.4. Hygiène du matériel	18
1.5. Hygiène du personnel	18
1.6. Nettoyage-Désinfection	18
1.7. Maîtrise de la qualité hygiénique.....	18-19
2. Caractéristiques organoleptiques.....	20
3. Caractéristiques microbiologiques	20
4. Caractéristiques chimiques.....	21
5. Durée de vie des filets	21

CHAPITRE III : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....

1. Discussion	22
1.1. Méthodes d'étude	22
1.2. Appréciation des données d'enquête	22
1.3. Caractéristiques organoleptiques.....	23
1.4. Caractéristiques microbiologiques	24
1.5. Caractéristiques chimiques.....	24-25

CONCLUSION :26

BIBLIOGRAPHIE :27-28

FIGURES29-31

INTRODUCTION

Ces dernières années, le tonnage des produits halieutiques mis à terre au Sénégal s'est considérablement accru. Une part importante de ces produits est destinée à l'exportation, particulièrement vers les pays de l'Union Européenne. En 2003, les quantités exportées étaient de 95 675 tonnes pour une valeur commerciale estimée à 164 016 968 francs FCA contre 87 564 tonnes en 2002 correspondant à 181 490 011 francs FCA; soit une variation quantitative de 9,26 % [7].

Mais ces exportations font l'objet de plusieurs contraintes qualitatives de la part des partenaires du nord. Ils exigent que les produits halieutiques destinés à la consommation sur leur marché soient conformes à leurs normes et réglementations.

Le souci de compétitivité a amené de nombreuses industries agro-alimentaires halieutiques à réaliser des investissements colossaux pour la mise aux normes industrielles de leurs installations de fabrication. Aussi, des efforts importants sont consentis pour le respect des cahiers de charges et des bonnes pratiques de fabrication. La mise en place, l'application et le maintien du système HACCP dans la filière poisson sont devenus une règle, la certification ISO 9001 : 2000 gagne également du terrain.


Toutefois, l'observation de toutes ces mesures ne suffit pas toujours à faire disparaître toutes les non – conformités. Des réclamations portant sur la dégradation de certains indices de fraîcheur de filets de poisson frais sont enregistrées, à savoir : verdissement, odeur anormale, mollesse de la chair, perte de saveur. Parmi ces produits, les filets de soles langues tropicales sont très prisés par les consommateurs européens.

Le traitement et la capitalisation de ces informations participent des principes fondamentaux du système de management de la qualité, à savoir : l'orientation client et l'amélioration continue.

Ce travail, intitulé « **Evolution des caractéristiques organoleptiques, microbiologiques et chimiques des filets de soles langues tropicales frais exportés** » s'inscrit en droite ligne de la recherche des viatiques, susceptibles d'élever le niveau de satisfaction de ses exigences.

Son objectif général est de contribuer à l'étude de la durée de vie des filets de soles langues tropicales frais destinés à l'exportation.

Ce travail est composé de deux parties essentielles : la première partie concerne l'étude bibliographique sur l'évaluation des différents indices de qualités des produits halieutiques ; la seconde est consacrée au travail expérimental sur l'évaluation de la qualité des filets de soles langues tropicales frais destinés à l'exportation.



PREMIERE PARTIE :

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : HYGIENE ET TECHNOLOGIE DES FILETS DE POISSON

1. Définitions :

1.1. Filets de poisson

« Les filets sont des tranches de poisson de dimensions et de formes irrégulières prélevées sur la carcasse parallèlement à la colonne vertébrale, ainsi que les sections de tels filets, avec ou sans peau.» [4]

1.2. Hygiène

On entend par "Hygiène des denrées alimentaires", ci-après dénommée "Hygiène": « Les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue» [33]

2. Hygiène de la préparation des filets de poissons

La préparation des filets de poissons se fait dans le strict respect des règles de bonne pratique de fabrication et d'hygiène dont la finalité est l'obtention d'un produit fini sécurisant et de bonne qualité marchande [5]. En effet, les recommandations du guide de bonne pratique de fabrication s'appliquent à la matière première, à l'hygiène des locaux, du matériel et du personnel avec un système de nettoyage – désinfection (ND) efficace ainsi qu'une démarche HACCP rigoureuse pour la maîtrise de la qualité [3].

2.1. Hygiène des locaux

La conception et la réalisation des bâtiments et des installations doivent respecter les principes fondamentaux pour éviter les risques potentiels de contamination [5, 23], à savoir :

- La " marche en avant": progression rationnelle du produit au cours des opérations successives de transformation;
- La séparation rigoureuse des "secteurs souillés" et des "secteurs sains"(principe des "5S");
- Le non entrecroisement des courants de circulation;
- La mécanisation maximale des opérations;
- L'utilisation précoce et généralisée du froid;
- L'aménagement des installations et des équipements conçus pour faciliter le nettoyage;
- La rédaction d'un programme de nettoyage aussi bien des locaux que du matériel.

2.2. Hygiène du matériel

Le matériel et les ustensiles utilisés doivent être non absorbants, résistants à la corrosion et capables de supporter les opérations répétées de nettoyage - désinfection. Ils ne doivent pas risquer de modifier anormalement la

composition des produits alimentaires en altérant les qualités organoleptiques ou microbiologiques [5].

2.3. Hygiène du personnel [5].

Le personnel est un élément dont il faut tenir compte au plus haut point dans une usine agro-alimentaire. L'état de santé et l'hygiène du personnel appelé à manipuler les denrées alimentaires doivent faire l'objet d'une surveillance attentive de la part de l'employeur. Le personnel doit être indemne de maladies susceptibles de menacer la sécurité des aliments. D'où la nécessité d'exiger des certificats médicaux à l'embauche et d'établir un planning annuel de visites médicales. La sensibilisation et la formation interne sont aussi nécessaires.

2.4. Nettoyage et désinfection

Le nettoyage – désinfection permet d'empêcher la contamination exogène des aliments. Le matériel et les ustensiles doivent être nettoyés, désinfectés et rincés aussi souvent que nécessaire et en particulier à la fin de chaque période de travail [5]. En effet, selon **GUERIN** cité par **DIALLO**[6], il est quasiment impossible de fabriquer un produit fini d'excellente qualité hygiénique, s'il est manipulé, découpé, broyé etc. avec des accessoires pollués sur des surfaces et dans les locaux sales.

2.5. Maîtrise de la qualité hygiénique

La démarche recommandée est celle du système HACCP (analyse des dangers et maîtrise des points critiques) dont l'un des talons d'Achille est représenté par la maîtrise des procédés. En effet, selon **CANET** [5], dans chaque unité de production d'une usine agro-alimentaire, il est nécessaire de connaître avec précision les caractéristiques fondamentales à respecter depuis les matières premières à la réception et en cours de transformation, jusqu'à l'emballage final du produit fini.

Au Sénégal, selon **SEYDI et al.** [28], le niveau de maîtrise de la qualité dans 24 entreprises de pêche est satisfaisant avec une moyenne de 39,58% d'aspects positifs. Des résultats identiques ont été soulignés par **DIALLO** [6].

3. TECHNOLOGIE DES FILETS DE POISSON [20]

La technologie de préparation des filets de poisson varie en fonction des espèces. En effet, deux types de filets sont à considérer: des filets avec peau et des filets sans peau au rang desquels se trouvent les filets de soles langues tropicales. La technologie des filets de poisson est un ensemble de processus fait de séquences d'étapes interactives. Les principales étapes sont les suivantes: réception des matières premières, pelage, filetage, parage, lavage et trempage, conditionnement/emballage. Les opérations souillées et saines sont généralement séparées par des étapes intermédiaires de lavage/trempage. La levée des filets est présentée sur les photos N ° 11 et 12.

CHAPITRE II : QUALITE ORGANOLEPTIQUE DES FILETS DE POISSON [9, 11, 16]

1. Qualité organoleptique

La qualité se définit comme : « Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un produit à satisfaire des exigences » [18]

Toutefois, elle se dégrade au fil du temps. La durée de stockage, la température, et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux des filets [35]. En effet, les filets de thon issus de lot homogène entreposés à 4°C ont montré une détérioration de leur qualité sensorielle au bout de 5 jours comparativement à ceux stockés à 0°C (9 jours). En revanche, **PENSO** cité par **DIAKHATE** [9], a observé que chaque espèce de poisson s'altère de façon spécifique. De même, **DIAKHATE** [9] relève certaines particularités anatomiques influant sur l'évolution de la qualité organoleptique des poissons.

Un filet de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques typiques qui concernent la rigidité, la couleur générale, la couleur au voisinage de la colonne vertébrale et l'odeur.

Chair: les filets de poisson frais doivent être fermes, élastiques avec une surface lisse, sans coloration ou légèrement rose.

Colonne vertébrale: la chair aux voisinages de la colonne vertébrale est sans coloration.

Odeur: l'odeur du filet de poisson frais est légère, agréable et rappelle l'algue marine.

2. Examen organoleptique [9]

L'examen organoleptique est essentiel pour apprécier les qualités de fraîcheur de tous les produits de la pêche, et s'avère le critère le plus fiable. L'évaluation de la qualité organoleptique des filets de poissons frais se fait à quelques exceptions près comme celle du poisson entier par la méthode organoleptique chiffrée ou objective, telle que préconisée par le règlement numéro 33/89 C.E.E. Cette méthode permet à la fois : d'apprécier les différents états subjectifs d'évolution de la fraîcheur des filets sur une échelle de cotation allant de 0 à 3 et de dégager en final une moyenne chiffrée, reflétant l'état de fraîcheur croissant ou d'altération croissante des filets.

Toutefois, selon **JOUVE** [18] le test de cuisson est le moyen le plus fiable pour détecter toute odeur anormale ; il serait souhaitable de le mettre systématiquement en œuvre pour l'appréciation de la qualité des filets.

Le règlement sus-évoqué considère quatre (4) critères d'interprétation de degré de fraîcheur du poisson entier:

- Indice supérieur ou égal à 2,7: le poisson est extra frais;
- Indice compris entre 2,7 et 2 inclus: le poisson est frais, catégorie A;
- Indice compris entre 2 et 1: le poisson est frais, catégorie B;
- Indice inférieur à 1: lot à retirer de la consommation humaine.

CHAPITRE III: CARACTERISTIQUES BACTERIOLOGIQUES DU POISSON

1. Sources de contamination

Selon **BOURGEOIS** et **LEVEAU** [3], la flore microbienne du poisson vivant est assez voisine de celle de son environnement naturel qui est loin d'être invariable. Cependant, les facteurs qui gouvernent (température, salinité, zone de pêche) cette variabilité environnementale déterminent également les différences de charge microbienne du poisson fraîchement capturé [12, 14].

En effet, juste après capture, le poisson ne renferme pas de bactéries dans le muscle, mais sur la peau, les branchies et dans les viscères [1]. La majorité de cette flore bactérienne est de nature banale, donc inoffensive ou responsable d'altération de la qualité marchande. En revanche, le poisson risque de se contaminer par une flore pathogène au cours de la manutention à bord et à terre, au cours de la transformation et de la commercialisation [1,29].

Plusieurs auteurs [3, 14, 23, 27, 29] distinguent deux origines possibles de la contamination bactérienne des produits de la pêche: une origine intrinsèque, liée au poisson lui-même et l'autre extrinsèque, liée à l'environnement de l'homme.

Toutefois, après la mort du poisson, les diverses espèces bactériennes envahissent d'abord les tissus les plus fragiles et l'altération débute par les parties proches des viscères. Un condensé des dominantes bactériennes et de leur site électif en fonction des contaminations est représenté dans le tableau I.

Tableau I : Contamination bactérienne des poissons

Type de contamination	Groupe de Bactéries		Taux par site électif
	A Gram (+)	A Gram (-)	
Primaire : Bactéries propres aux poissons	Mésophiles :(2-3%) - Micrococcus - Corynéformes - Erysipelotrix rhyiopathiae = (Bacille du rouget) - Clostridium botulinum de type E. - Listeria	1. Psychrotrophes : 95% - Pseudomonas - Aeromonas - Flavobacterium - Moraxella - Alcaligenes - Acinetobacter - Citophaga - Photobacter 2. Vibrio 3. Entérobactéries : rares (2-3%), surtout coliformes	Tube Digestif : $10^6 - 10^8$ /g Branchies : $10^3 - 10^6$ /g
Secondaire : Bactéries surajoutées par contamination fécale	- Staphylococcus - Clostridium - Streptococcus	1. Entérobactéries d'origine humaine Morganella (ex Proteus) Klebsiella, Enterobacter E.coli, Salmonella 2. Psychrotrophes moins nombreux ; apport surtout par l'eau	Peau : $10^3 - 10^5$ /cm Branchies : $10^2 - 10^5$ /cm

Source : [27,29]

2. Intérêt du dénombrement de la Flore Aérobie Totale

Selon **ROZIER** et *al.* [23], les bactéries se subdivisent en trois groupes en fonction de leur température de croissance, à savoir: les mésophiles, les thermophiles et les psychrotrophes. En outre, la flore aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à donner des colonies visibles aux

températures moyennes (20 à 25°C pour les psychrotrophes, 30 à 37°C pour les mésophiles et 45 à 55°C pour les thermophiles) [1]. Le dénombrement de la flore aérobie mésophile cultivant à 30°C revêt une importance triple en ce qu'elle permet de :

- Apprécier les qualités hygiénique et marchande du produit fini qui déterminent respectivement le risque pour la santé du consommateur et le risque d'altération ;
- Estimer la propreté de l'équipement et des manipulations, autrement dit le degré de maîtrise des bonnes pratiques de fabrication ;
- Prendre des mesures préventives en vue d'améliorer l'hygiène de la fabrication.

En effet, selon **GUIRAUD** et **GALZY** [14], **JAY** cité par **RUSSELL** [26], la conservation des poissons frais est étroitement liée à la charge bactérienne initiale et à l'évolution de la prolifération qui s'ensuit. Par ailleurs, ils estiment que l'altération du poisson frais apparaît pour un taux de contamination de l'ordre de $10^6 - 10^8$ CFU/g. Aussi, **LINSTON** et *al.* **HUSS** cités par **RUSSELL** [26] soutiennent que l'altération des poissons marins maigres résulte de la prolifération microbienne.

A l'opposé, **HUSS** et *al.* cités par **RUSSELL** [27] signalent que la flore aérobie totale est un pauvre indicateur à la fois de la qualité et de la seule durée de conservation des poissons frais. Les travaux menés par **GRAM** et *al.* cités par **FAO** [11] sur des perches du Nil conservées sous glace, ont donné un dénombrement total de 10^9 CFU/g pendant plusieurs jours avant que le poisson ne soit rejeté. En effet, plusieurs espèces capables de se développer et former des colonies sur la gélose PCA à 35°C sont mésophiles et non psychrotrophes. Par conséquent, le dénombrement de ces deux groupes de germes constituerait un meilleur indicateur prévisionnel du développement de l'altération des produits frais. Le dénombrement de la flore aérobie psychrotrophe trouve ici, toute sa justification par l'action sélective que va exercer le froid sur les bactéries. Parallèlement, selon **SHEWAN** [31], les poissons capturés au large des côtes mauritaniennes présentent 55% de flores aérobies mésophiles cultivant à 30°C contre 45% de psychrotrophes. **SAINCLIVIER** [27] soutient que chez les poissons des eaux tropicales, ce sont les germes à Gram (-) psychrotrophes avec tête de fil les *Pseudomonas* qui finalement abondent en stockage réfrigéré en donnant des odeurs de "fruité". Ces odeurs deviennent sulfureuses et écoeurantes par la suite [11]. En effet les *Pseudomonas* produisent plusieurs sulfures volatils tels que le méthylmercaptan et le diméthylsulfure, à l'exception de l'hydrogène sulfuré, ainsi que plusieurs cétones, esters et aldéhydes [11]. Hormis cela, la présence de germes pathogènes a également une influence sur la durée de vie et la sécurité des produits frais [21].

Toutefois, compte tenu de leur extrême périssabilité, **REDDY** et *al.* [24] préconisent que les produits halieutiques frais soient stockés en réfrigéré avec une courte durée de vie allant de 5 à 10 jours en fonction des espèces, du lieu de capture et de la saison.

CHAPITRE IV : CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU POISSON

1. Principaux constituants chimiques

Selon **Jacquot cité par SAINCLIVIER [27]**, l'ensemble des constituants chimiques des poissons est essentiellement composé d'eau (66 à 84%), de protéines (15 à 24 %), de lipides (0,1 à 2 %) et d'une faible quantité d'hydrates de carbone (0,3 % de glycogène). Cette composition est variable en fonction des espèces, des différences anatomiques, des variations physiologiques, du sexe, des saisons, des individus, de la nourriture et de l'environnement.

1.1. Lipides

La différence la plus notable des animaux marins avec la viande a trait au taux et à la nature des matières grasses [11,27]. En effet, la principale caractéristique physique de la matière grasse des animaux marins est sa fluidité liée à son extrême polyinsaturation. La teneur en matières grasses des poissons varie de 0,5 à 25 % selon les espèces. Du point de vue de cette teneur, les poissons sont classés en 3 catégories :

- Les poissons gras;
- Les poissons semi-gras;
- Les poissons maigres.

1.2. Protéines

Selon **SAINCLIVIER [27]**, les protéines musculaires du poisson sont d'excellente qualité et peuvent être divisées en trois groupes :

- Les protéines structurelles (70-80 %);
- Les protéines sarcoplasmiques (25-30 %);
- Les protéines du tissu conjonctif (3 - 5 %).

2. Matières azotées non protéiques [11,27]

Les constituants majeurs de cette fraction sont les acides aminés libres, les bases volatiles telles que l'ammoniac et l'oxyde de triméthylamine, les dérivés de l'imidazole et de la guanine, les nucléotides et l'urée pour les poissons cartilagineux.

Les matières azotées non protéiques représentent environ 9,2 à 18,3% de l'azote total chez les téléostéens.

3. Importance du dosage de l'azote basique volatile totale (ABVT) et de la triméthylamine (TMA)

L'ABVT est un ensemble de bases azotées volatiles formées au cours du processus d'altération des poissons sous l'action d'enzymes essentiellement microbiennes sur les protéines et la choline. L'ammoniac et diverses amines volatiles dont la triméthylamine en font parti. En effet, plusieurs auteurs [1, 10,18] estiment que la TMA et l'ammoniac constituent les principales bases volatiles qui se forment dans le produit altéré. Selon **LISTON, HOBBS et al. cités par FAO [11]**, au cours de la dégradation de poissons blancs maigres, une des principales réactions est la réduction bactériologique de l'oxyde de triméthylamine en triméthylamine. **POURNIS et al. [22]** ont

trouvé des concentrations faibles d'ABVT ($10 \pm 0,8$ mg N/g) et de triméthylamine ($0,11 \pm 0,05$ mg N/g de TMA) dans le mullet méditerranéen.

En outre, **GULDAGER** et *al.* [15], ont estimé que des valeurs de TMA de l'ordre de 10 mg N/100g de chair de filets de morue conditionnés sous atmosphère modifiée, suffisent pour confirmer leur rejet sensoriel. D'autres auteurs ont dosé la TMA jusqu'à 50 mg N/100g de chair [19].

Mais il s'emb le que les seules déterminations des taux d'ABVT et de TMA paraissent insuffisantes pour tirer des conclusions fiables. C'est pourquoi, **MALLE** et **TAO**, **MALLE** et **POUMEYROL** cités par **DUCAUZE** [10] préconisent l'utilisation du pourcentage de TMA dans L'ABVT pour affiner l'exploitation de la teneur d'ABVT. De ce point de vue, la détermination en pourcentage du rapport TMA/ABVT revêt un intérêt capital.

Ce rapport apporte un complément d'information sur la composition de l'ABVT et est moins sensible à l'incidence des facteurs qui affectent à la fois les teneurs en TMA et en ABVT. Il s'agit de :

- Espèce ;
- Taux de graisse ;
- Congélation ;



DEUXIEME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Matériel d'enquête

- Fiche d'entretien ;
- Fiche d'observations ;
- Manuel qualité.

1.2. Matériel biologique

Le matériel animal qui a servi à la réalisation de ce travail est constitué de filets de soles langues tropicales frais (**cynoglossus spp.**) prélevés à "Pirogue Bleue", parmi les lots destinés à l'exportation vers l'Union Européenne. Ils sont conditionnés dans un film plastique mis en contact avec des pochons de glace en écaille. L'ensemble est emballé dans une boîte de polystyrène expansé.

1.3. Matériel de prélèvement

- Film plastique ;
- Boite de polystyrène expansé ;
- Glacière et pochon de glace en écaille ;
- Thermomètre digital.

1.4. Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel d'examen organoleptiques d'une part, des analyses microbiologiques et chimiques de l'autre.

1.4.1. Matériel pour examen organoleptique

- La grille de barème de cotation ;
- Fiche des résultats d'analyses organoleptiques ;
- 1 bêcher de 250ml ;
- Papier aluminium ;
- Bain marie ;

1.4.2. Matériel d'analyses microbiologiques

C'est le matériel classique du laboratoire d'Hygiène Alimentaire. Il comprend les éléments ci-après :

- Matériel de prise d'essai : ciseaux, scalpel, pincettes, sacs STOMACHERND, portoir pour sacs, balance de précision 0,1, chariot, hotte à flux laminaire ;
- Milieux de culture : Eau peptonée tamponnée, gélose Plate Count Agar ;
- Matériel de stérilisation : four Pasteur, autoclave, bec Bunsen ;
- Matériel d'homogénéisation : STOMACHERND et sacs, mélangeur ;
- Matériel d'incubation : réfrigérateur, étuves à 30°C ;
- Verrerie : Boîte de Pétri, tubes à essais, pipettes graduées ;
- Divers : thermomètre digital, eau distillée, etc.

1.4.3. Matériel d'analyses chimiques

Le matériel suivant a été utilisé :

- Produits chimiques : acide trichloroacétique à 7,5%, soude caustique 10%, acide borique à 4%, acide sulfurique 0,1N, formaldéhyde à 35%, rouge de méthyle, vert de bromocrésol, agent antimoussant à base de silicone ;
- Dispositif de distillation à la vapeur de type Kjeldhal (VAPODESTND) ;
- Agitateur magnétique à barreaux aimantés ;
- Balance de précision 0,1 ;
- STOMACHERND et sacs ;
- Verrerie et accessoires : éprouvettes, Erlenmeyer, béchers, pipettes, ampoules à distillation, microburette graduée de précision 0,01ml, entonnoir de Büchner, écraseur de flammes, papiers filtre de type Whatman n°3.

2. Méthodes

2.1. Méthode d'enquête

L'enquête a été menée sur la base d'un questionnaire standardisé. Elle s'est essentiellement focalisée sur le Responsable Qualité et l'ensemble du personnel impliqué dans la manipulation du produit et le contrôle du matériel. L'exploitation des documents qualité a été largement mise à profit. D'autres réponses ont été obtenues à partir d'observations effectuées selon la méthode des 5 M.

Trois mentions sont affectées aux différentes réponses :

- A) Excellent, bien ;
- B) Moins bien, carences mineures ;
- C) Situation inacceptable (carences graves).

2.2. Echantillonnage

Les analyses organoleptiques, microbiologiques et chimiques ont porté sur 160 échantillons de filets de sole langue tropicale frais pesant chacun 250g. Les échantillons sont issus des lots hétérogènes de poissons, produits et conditionnés dans le strict respect des règles élémentaires d'hygiène.

Dix (10) boîtes pesant chacune 4kg de filets sont étudiées pendant 5 mois et demi (de novembre 2005 à avril 2006) en raison d'un échantillon par jour.

2.3. Transport

Les échantillons sont acheminés dans les 45 minutes qui suivent au laboratoire d'Hygiène Alimentaire sous glace, dans une glacière.

2.4. Stockage

Les échantillons sont stockés dans une enceinte réfrigérée à 0-4°C jusqu'à la fin des expérimentations. Après les deux premiers jours Les pochons de glace se trouvant dans les boîtes de polystyrène sont systématiquement changés par des carboglaces afin de maintenir la chaîne de froid. Un contrôle journalier de la

température de stockage est effectué. La température à cœur des filets est également vérifiée en respectant les conditions d'asepsie.

2.5. Etude organoleptique

Elle a été réalisée par la méthode organoleptique chiffrée ou objective, utilisant le barème de cotation de la CEE (33/89) pour déterminer l'indice de fraîcheur. L'étude a été faite tous les jours jusqu'à l'apparition des premiers signes d'altération des filets. L'inspection a été réalisée dans la salle de réception des échantillons du laboratoire d'HIDAOA de l'EISMV qui est bien aérée et bénéficie de la lumière naturelle du jour. L'évaluation a été faite par au moins deux personnes qualifiées.

2.5.1. Principe

Après affectation d'une note variant de 0 à 3 à chaque caractère examiné, la moyenne arithmétique des cotes d'appréciation donne l'indice de fraîcheur des filets de sole. [9]

2.5.2. Mode opératoire

(Voir tableau II: barème de cotation CEE)

Tableau II : Barème de cotation fraîcheur CEE

OBJET D'EXAMEN	CRITERES			
	COTES D'APPRECIATION			
	3	2	1	0
	ASPECT			
Couleur chair	Coloration originale	Couleur légèrement modifiée, cireuse.	Légèrement opaque	Opaque ¹
Rigidité chair	Ferme et élastique Surface lisse	Elasticité diminuée	Légèrement molle (flasque) Surface cireuse (veloutée) et ternie	Molle (flasque) ¹ Surface granuleuse
Couleur le long de la colonne vertébrale	Pas de coloration	Légèrement rose	Rose	Rouge ¹
Odeur chair	Algue marine	Ni d'algue, ni mauvaise	Légèrement aigre	Aigre ¹

¹ = ou dans un stade d'altération plus avancée

Source : [8]

2.5.3. Expression des résultats

$$I = \sum i / N$$

Avec:

I : indice de fraîcheur

i : note attribuée pour chaque caractère

N : nombre de caractères

Tableau III : Catégorie de fraîcheur CEE

Catégorie	Degré de fraîcheur
Extra	Supérieur ou égal 2,7
"A"	Supérieur ou égal à 2.0 et inférieur à 2,7
"B"	Supérieur ou égal à 1.0 et inférieur à 2.0
"C" (Retirer de la consommation)	Inférieur à 1 (filets ne satisfaisant pas aux exigences requises pour le classement dans les catégorie extra, "A" et "B")

Source : [8]

2.6. Analyses microbiologiques

Deux types de flores ont été dénombrées en fonction de la température d'incubation :

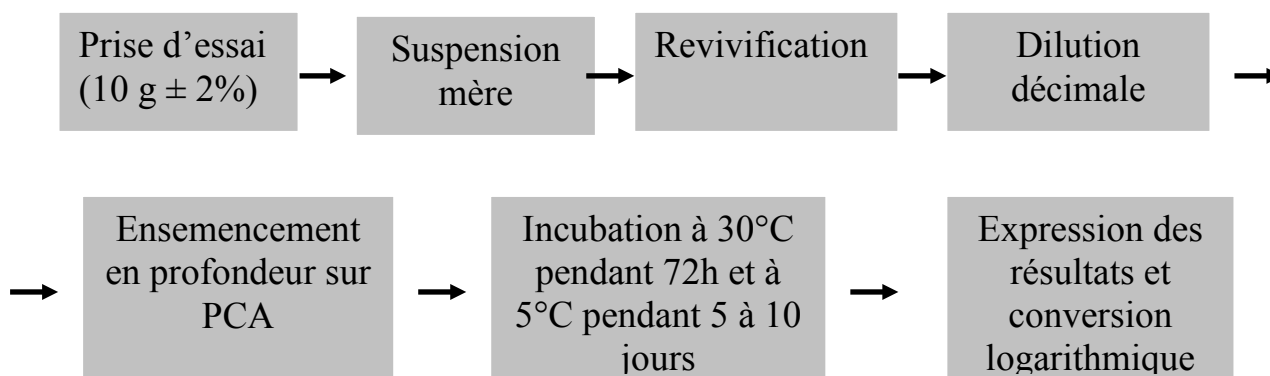
- La Flore Aérobie Mésophile cultivant à 30°C (MAC 30)
- La Flore Aérobie Psychrotrophe (FAP)

2.6.1. Milieu de culture utilisé

Le milieu Plate Count Agar (PCA) est la gélose utilisée pour le dénombrement des deux flores suscitées. Le contrôle de la stérilité de ce substrat s'est fait en mesurant son pH et en coulant chaque jour une boîte de Pétri témoin.

2.6.2. Mode opératoire

Les dénombrements des Flores Aérobie Mésophile cultivant à 30°C et Psychrophiles ont été réalisés suivant le protocole de la norme **AFNOR : NF V08051** [2] ci-dessous représenté:



Source : [2]

Figure 1 : Dénombrement de la flore MAC 30 et de la FAP

2.6.3. Lecture des résultats

Toutes les colonies ayant poussé entre les deux couches sont dénombrées. La lecture se fait sur deux boîtes ensemencées à dilutions successives. Les colonies observées sont de couleur blanche laiteuse rarement jaunâtre en forme de grains de riz.

L'expression des résultats se fait en germes par gramme selon la formule suivante :

$$N = \sum C / 1,1 * d$$

Avec :

N : nombre de germes par gramme de produit

$\sum C$: somme des colonies caractéristiques sur deux boîtes à dilutions successives retenues. C doit être compris entre 15 inclus et 300 exclu.

d : taux de dilution de la première dilution retenue

2.6.4. Interprétation des résultats

Les résultats bactériologiques ont été interprétés selon un plan à deux classes conformément à la réglementation française [12]. Le critère de référence applicable au filets de poissons frais est de 10^5 germes / g.

2.7. Analyses chimiques

Les analyses chimiques ont porté sur le dosage de deux paramètres clés d'appréciation du degré d'altération des poissons, à savoir : l'Azote Basique Volatil Total (ABVT) et la Triméthylamine (TMA). Les dosages d'ABVT et de TMA se sont fait par la méthode de distillation d'un extrait déprotéinisé par l'acide trichloracétique (méthode C.E.E). Toutes les analyses ont été réalisées en double afin d'éviter des biais dans les résultats.

2.7.1. Dosage de l'ABVT

Le principe est basé sur la déprotéinisation d'un échantillon de muscle par l'acide trichloracétique à 7,5%, suivit de la distillation à la vapeur et d'une neutralisation du distillat à l'acide sulfurique à 0,1N.

2.7.1.1. Mode opératoire pour ABVT [1]

2.7.1.2. Préparation de l'échantillon

Les échantillons pour le dosage de l'ABVT ont été préparés selon le protocole consigné dans la figure 3 ci-après :

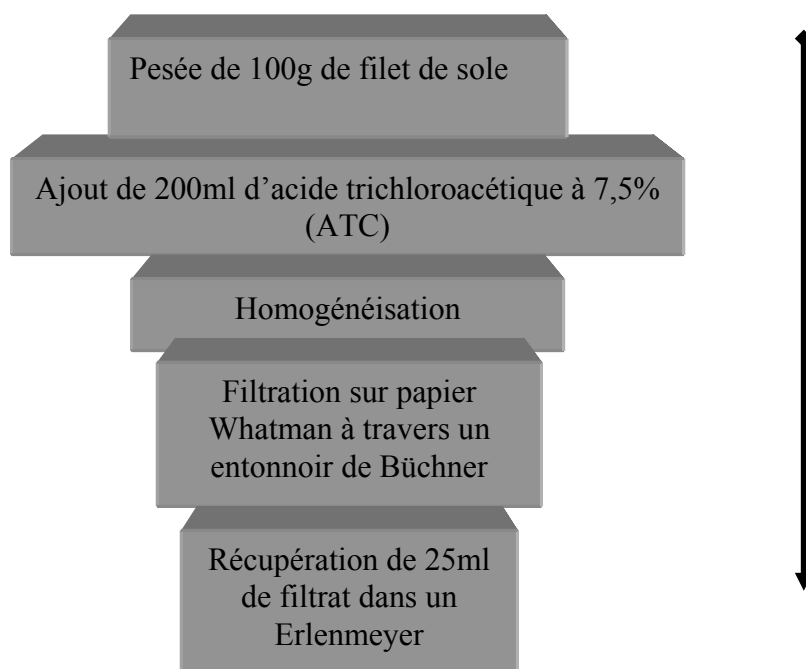


Figure 2: préparation des échantillons pour dosage de l'ABVT

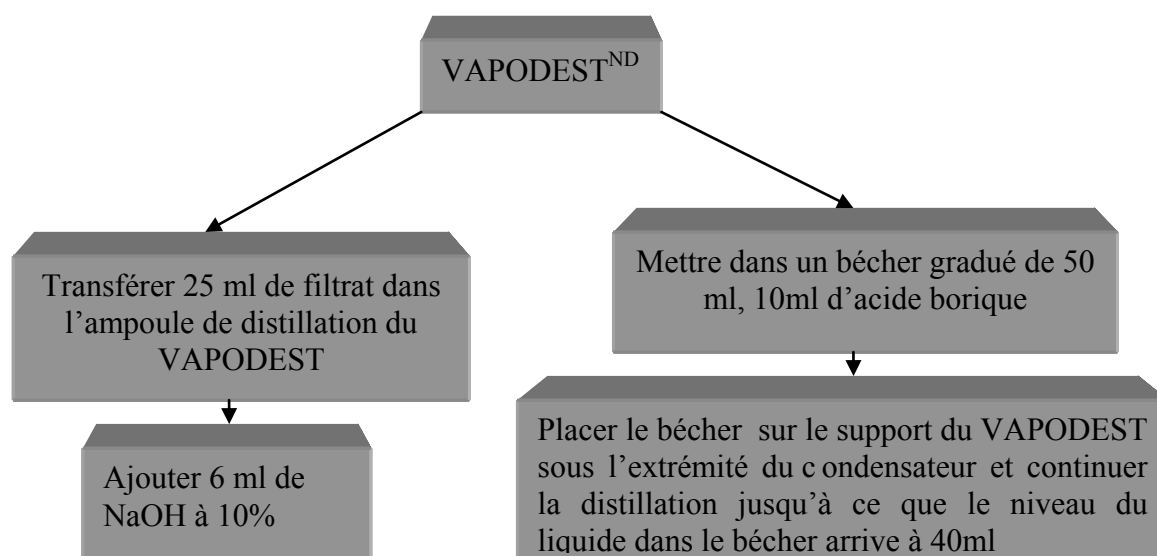
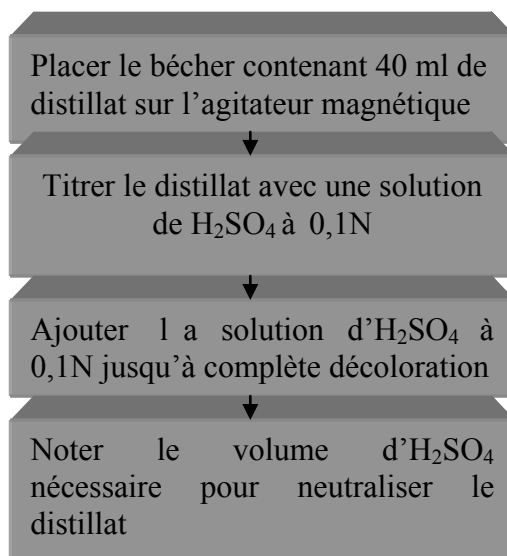


Figure 3 : Distillation à la vapeur

Vingt essais à blanc ont été au préalable réalisés en remplaçant 25ml de filtrat par 25 ml d'ATC à 7,5% afin de déterminer la valeur V_0 .

2.7.1.3. TITRIMETRIE



2.7.1.4. Expression des résultats

Taux d'ABVT = $V_1 - V_0 * 16,8$ en mg N / 100 g de produit

V_1 : volume d'H₂SO₄ nécessaire pour neutraliser le distillat

V_0 : volume d'H₂SO₄ nécessaire pour la neutralisation de l'essai à blanc

$$\text{Taux d'ABVT} = (V_1 - V_0) * 1,4 * 300 / 25$$

2.7.2. Dosage de la TMA

Après déprotéinisation d'un échantillon de muscle par l'acide trichloracétique à 7,5%, complexification des amines autres que la TMA avec du formaldéhyde à 35%, on procède à sa distillation à la vapeur puis à une neutralisation du distillat à l'acide sulfurique à 0,1N.

2.7.2.1. Mode opératoire pour dosage de la TMA [1]

2.7.2.2. Préparation des échantillons

La préparation des échantillons pour le dosage de la TMA s'est faite selon le même protocole que celui de l'ABVT en prenant la précaution d'ajouter au 25ml de filtrat, 20ml de solution de formaldéhyde à 35%.

2.7.2.3. Expression des résultats

Taux de TMA = $V_1 - V_0 * 16,8$ en mg N / 100 g de produit

V_1 : volume d'H₂SO₄ nécessaire pour neutraliser le distillat

V_0 : volume d'H₂SO₄ nécessaire pour la neutralisation de l'essai à blanc

$$\text{Taux de TMA} = (V_1 - V_0) * 1,4 * 300 / 25$$

2.7.2.4. Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats a fait appel aux critères définis par **DUCAUZE [10]**. Ces différents critères sont indiqués dans le tableau IV qui suit :

Tableau IV : Standards de retrait pour les téléostéens

ABVT en mg N /100g		P =TMA/ABVT	Etat de fraîcheur
Cas général	Exception		
<20		<17	Satisfaisant
20 à 25	20 à 30	17 à 40	Acceptable
>25	>30	>40	Non satisfaisant

Source : [10, 36]

2.7.3. Détermination de la durée de vie des filets

La durabilité des filets s'apprécie par l'évolution des changements organoleptiques du filet suivi d'analyses chimiques et microbiologiques complémentaires durant la période de conservation.

La durée de conservation est comptée du jour de production à la date limite de "Consommabilité." Pour chaque boîte de 16 échantillons, la date limite de consommation (DLC) est déterminée. La moyenne des DLC est calculée et rétrocedée de trois jours en prenant en compte le délai (2 jours) avant réception des produits par les clients et les imprévus environnementaux (1 jour).

2.7.4. Analyses statistiques

Les données recueillies sont préalablement saisies et codifiées dans le logiciel Excel, puis transférées dans le logiciel Statical Package for Social Sciences (SPSS 10.0) pour y être traitées. Les calculs des moyennes, des écarts types, des maxima, minima se sont effectués dans ce logiciel. Les coefficients de corrélation linéaire entre les différents paramètres ont été également déterminés. Les graphiques et la conversion des valeurs de dénombrements en Log10 ont été faits dans Excel.

CHAPITRE 1 : RESULTATS

1. Données de l'enquête

1.1. Présentation de L'unité

L'enquête a concerné une petite unité agro-industrielle halieutique, dénommée "Pirogue Bleue". Spécialisé dans la préparation et l'exportation des produits de la pêche frais, sa capacité journalière de production est de 3 tonnes, toutes espèces confondues. La production moyenne des filets de soles langues tropicales frais est d'une tonne, soit 33,33% de la production totale.

1.2. Observations générales

L'enquête menée a révélé que 55,6% de réponses sont conformes aux exigences d'hygiène, 44,4% présentent une non-conformité mineure. Aucune non-conformité majeure n'a été relevée. 80% des approvisionnements en matières premières sont issus de la pêche artisanale. Les produits frais sont expédiés sans date limite de consommation.

1.3. Hygiène des locaux et des installations

Les locaux et les installations ont un niveau de conformité hygiénique de 60% contre 40% de cas de non-conformités mineurs. Hormis l'utilisation précoce et généralisée du froid ainsi que le principe des «5S», les autres principes fondamentaux d'hygiène ne sont pas totalement respectés. En effet, la marche en avant et le non entrecroisement des courants de circulation sont moins bien maîtrisés par endroits et par moment comme le montre la photo N°12. La mécanisation des transferts de charges n'est pas poussée et se limite quasiment à l'utilisation des chariots.

En revanche, les toilettes d'aisance et les vestiaires sont totalement séparées de la zone de production mais leur nombre est insuffisant (2 toilettes et 2 WC dans les vestiaires hommes et femmes) pour 40 hommes et 65 femmes. A l'entrée de la salle de production est disposé un pé diluve. Des robinets à commande manuelle pourvus de distributeurs de produits mixtes (détergents-désinfectants) sont également présents dans la grande salle polyvalente. Les températures des salles de filetage, parage et conditionnement dépassent généralement 18°C (20 à 24°C). L'unité dispose de 2 chambres froides positives, d'une chambre froide négative, 2 silos de glace de capacité 5 tonnes par jour et 2 tunnels de surgélation.

L'eau utilisée au niveau de l'usine provient du réseau public d'approvisionnement de la Société de Distribution des Eaux (SDE). Dès son arrivée à l'usine, elle subit une chloration par ajout de 280g d'hypochlorite de potassium dans deux cuves d'une capacité de 3 m³ chacune. Les dispositifs de traitement aux rayons ultra-violet ne sont plus opérationnels.

1.4. Hygiène du matériel

Le matériel utilisé présente un niveau d'hygiène conforme de 60% contre 40 % de non conformités mineurs. Le matériel d'exploitation et les ustensiles sont, soit en acier inoxydable, soit en plastique alimentaire. Ils sont faciles à nettoyer et à désinfecter. Les bacs, bassins et cagettes sont bien différenciés selon les secteurs d'utilisation. Cependant, les couteaux de filetage et les fusils sont entreposés sur les toits souillés du premier étage. Cette situation inacceptable, pourrait si elle venait à persister, constituer une non-conformité majeure.

1.5. Hygiène du personnel

L'hygiène générale du personnel présente des aspects conformes à 50% pour autant de non-conformités mineurs. L'exigence des certificats médicaux à l'embauche et le suivi médical du personnel permanent sont effectifs. Par contre, la gestion médicale des ouvriers temporaires pose problème. Une pro-pharmacie existe dans le laboratoire d'autocontrôle sous la supervision du Docteur Vétérinaire, par ailleurs Responsable Qualité et Directeur de production. L'hygiène vestimentaire (blouses, tabliers, bottes, gants, masques buccaux, coiffes) ainsi que l'interdiction de fumer, cracher et de manger dans les salles de production sont respectées. Les vêtements de travail sont régulièrement lavés et ne sortent pas de l'usine. Le lavage et la désinfection des mains avant chaque reprise de travail sont maîtrisés. En revanche, le niveau d'assimilation des principes d'hygiène est moyen.

1.6. Nettoyage et Désinfection

Le nettoyage-désinfection révèle des non-conformités mineurs d'environ 66,7% contre 33,3% d'aspects conformes. Le toboggan et les parties supérieures des murs ne sont pas faciles à nettoyer et à désinfecter. L'absence d'une équipe spéciale pour le nettoyage-désinfection est observée. Les splittes sont couverts de poussières.

1.7. Maîtrise de la qualité hygiénique

L'assurance de la qualité est effectivement appliquée dans 75% des cas et se fonde sur l'outil d'analyse des dangers et maîtrise des points critiques. Ses principes et son organisation sont maîtrisés par le Responsable Qualité. En outre, 25% des non-conformités mineurs ont été observées; la délégation des responsabilités et la mobilisation du personnel autour de la démarche qualité sont faibles. La préparation des filets de poissons est un processus complexe fait de séquences d'étapes corrélées et interactives telles que schématisées par la [figure 1](#).

2. Résultats des examens organoleptiques

L'évolution des moyennes des résultats des examens organoleptiques et de la cotation fraîcheur des filets sont représentées dans les figures 2 et 3 ci-dessous :

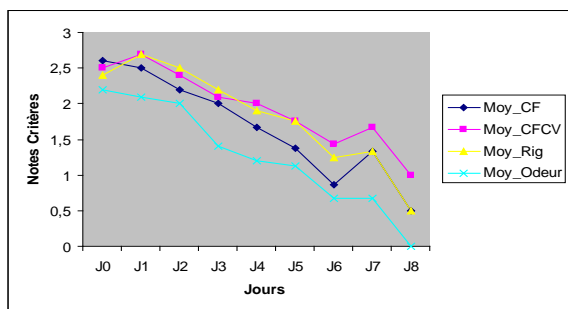


Figure 4 : Evolution des caractères sensoriels des filets de sole

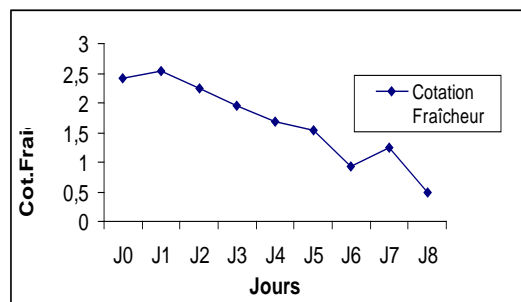


Figure 5 : Evolution de la cotation fraîcheur des filets de sole

CF : Couleur Filet

CFCV : Couleur filet au voisinage de la colonne vertébrale

Rig : Rigidité.

La figure 4 montre que les 4 attributs sensoriels étudiés décroissent avec l'augmentation de la durée de stockage réfrigéré des filets de soles langues tropicales frais. En moyenne, l'odeur et la couleur des filets décroissent plus vite que la couleur du filet au voisinage de la colonne vertébrale et sa rigidité.

A J₀, les moyennes respectives de ces attributs sensoriels sont de : $2,2 \pm 0,4$; $2,6 \pm 0,5$; $2,5 \pm 0,5$ et $2,4 \pm 0,5$. Ils présentent tous un maximum de 3 et un minimum de 2.

A J₈, leur moyenne correspondante est de : $0,66 \pm 0,57$; $1,33 \pm 0,57$; $1,66 \pm 0,57$ et $1,33 \pm 0,57$. Les maxima et minima sont de 1 et 0 pour la couleur, puis de 2 et 1 pour les autres critères sensoriels.

La figure 5 nous révèle que la fraîcheur des filets de soles langues tropicales frais se dégrade progressivement au cours du stockage réfrigéré. En effet à J₀, le degré de fraîcheur moyen des filets frais est de l'ordre de $2,42 \pm 0,32$ contre $1,25 \pm 0,44$ à J₈. Les maxima et les minima sont respectivement de 3 et 2 à J₀ contre 1,75 et 0,75 à J₈.

3. Résultats des analyses microbiologiques

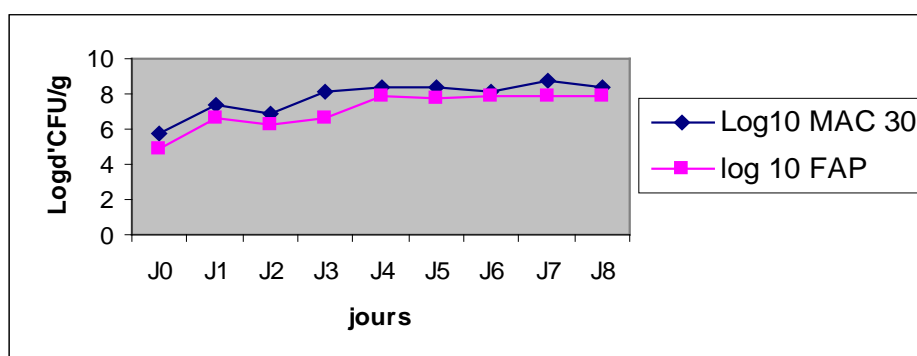


Figure 6 : Evolution des flores aérobies mésophiles cultivant à 30°C (MAC 30) et aérobies psychrotrophes (FAP)

La figure 6 montre que la contamination initiale moyenne des filets de soles langues tropicales frais par la flore MAC 30 est plus élevée que par la FAP. Les deux types de flores croissent de façon irrégulière avec une corrélation

positive moyenne ($R^2 = 0,54$) au cours du stockage réfrigéré. Leur nombre passe respectivement de: 5,68 Log₁₀ UFC/g et 4,85 Log₁₀ UFC/g à J₀ pour atteindre : 8,3 Log₁₀ UFC/g et 7,72 Log₁₀ UFC/g à J₈.

4. Résultats des analyses chimiques

Les moyennes des résultats des dosages d'ABVT et de TMA d'une part, et du rapport TMA /ABVT de l'autre, sont présentées dans les figures 5 et 6 suivantes:

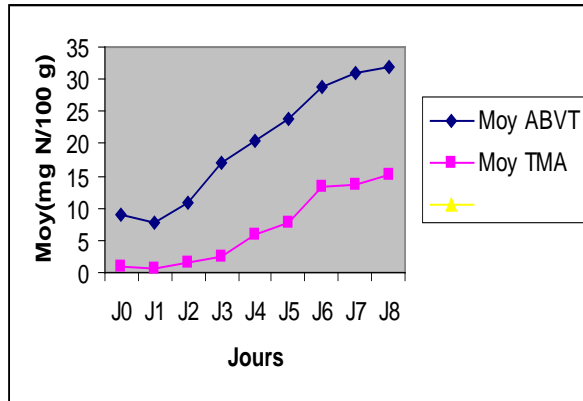


Figure 7: Production d'ABVT et de TMA dans les filets de soles

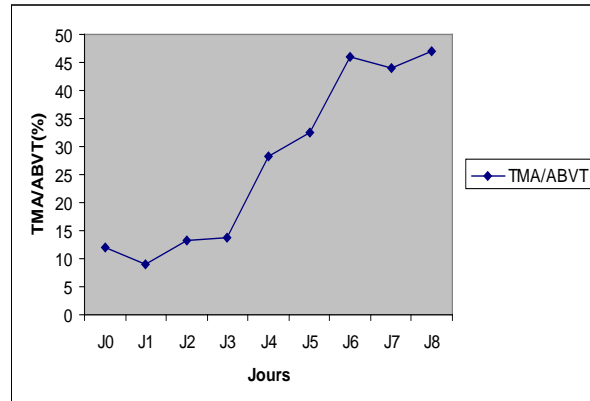


Figure 8 : Evolution du rapport TMA/ABVT

La figure 7 met en évidence les productions moyennes d'ABVT et de TMA qui sont initialement faibles et correspondent respectivement à $9,03 \pm 3,42$ mg N/g et $1,08 \pm 0,75$ mg N/g de chair. Cependant, la concentration en ABVT augmente plus vite que celle de la TMA pour atteindre des valeurs respectives de $32,04 \pm 2,67$ mg N/g et $15,06 \pm 1,48$ mg N/g. à J₈. Les deux paramètres sont fortement liés avec un coefficient de corrélation positif de 0,97.

La figure 8 montre un rapport TMA/ ABVT faible à J₀ (11,95%) mais qui croît progressivement pour atteindre 47% à J₈.

5. Détermination de la durée de vie des filets.

Tableau V: Moyenne des principaux paramètres au jour de rejet

Jour rejet (en jour)	DF*	MAC 30 (UFC/g)	FAP (UFC/g)	ABVT (mg N/100g)	TMA (mg N/100g)	P (%)
7,1 ± 1,37	0,6 ± 0,21	$2 \cdot 10^8 \pm 10^8$	$5,3 \cdot 10^7 \pm 6,3 \cdot 10^7$	33,40 ± 1,49	14,29 ± 0,75	42,89

*Degré de fraîcheur (note allant de 0 à 3) P=TMA/ABVT

L'analyse du tableau V montre qu'en moyenne les filets de soles langues tropicales frais ont été rejetés au septième jour de stockage lorsqu'ils présentaient une cotation fraîcheur de $0,6 \pm 0,21$. A cette date, les filets sont fortement contaminés par la MAC 30 ($2 \cdot 10^8 \pm 10^8$ UFC/g) et la FAP ($5,3 \cdot 10^7 \pm 6,3 \cdot 10^7$ UFC/g) et ont des taux élevés d'ABVT et de TMA correspondant à $33,40 \pm 1,49$ mg N/100g et $14,29 \pm 0,75$ mg N/100g.

CHAPITRE II : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

1. DISCUSSION

Elle abordera :

- d'une part, les aspects méthodologiques et les données d'enquête ;
- d'autre part, l'appréciation des caractéristiques organoleptiques, microbiologiques et chimiques des filets.

1.1. Méthode d'étude

Le nombre d'échantillons pour le laboratoire ainsi que le nombre d'essais réalisés en 6 mois d'expérimentation paraissent suffisants pour déterminer la durée de conservation des filets de poissons. En effet, Une boîte de 4kg prélevée dans chaque lot destiné à l'exportation représente 0,4% de la production moyenne de filets de soles langues tropicales frais. Ce pourcentage est deux fois plus que le minimum prévu par **ABABOUCH [1]** et la **DOPM [8]** qui est de 0,2% pour une tonne de poissons frais débarqués. Au total, 160 échantillons pesant chacun 250g, soit un total de 40kg de filets représentant 4% de la production moyenne (une tonne), ont fait l'objet de notre étude. Ces échantillons, supérieurs à ceux de **GULDAGER et al. [15]** et de **WEN-XIAN DU et al. [35]** semblent être statistiquement significatifs. Les résultats de cette étude ne concernent que les échantillons prélevés à "Pirogue Bleue".

L'étude réalisée a porté sur deux grands volets : l'un descriptif et l'autre expérimental. Le premier volet nous a permis de scruter l'environnement de production des filets afin de ressortir les forces et faiblesses du système qualité de l'entreprise. Le second a concerné l'évaluation des indices de la qualité et du degré d'altération desdits produits. La détermination de ces indices, qualifiés de conventionnels par **RUIZ-CAPILLAS et al. [25]** est, de nos jours, complétée par la recherche de germes spécifiques d'altération et d'autres composés d'altération tels que les amines biogènes et l'hypoxantine. Le temps, le coût élevé des réactifs et des milieux de cultures sélectifs ont constitué des facteurs limitants à la délimitation du champ d'investigation, des échantillons et de nos analyses.

1.2. Appréciation des données d'enquête

Les résultats obtenus au cours de l'enquête montrent un niveau d'hygiène globalement satisfaisant avec 55,6 % d'aspects conformes. Ces résultats sont en accord avec ceux de **DIALLO [6]**. Des études menées par **SEYDI et al. [28]** sur 24 entreprises du secteur halieutique avec un questionnaire de 103 questions et observations, ont montré que le niveau moyen de mise en place des programmes de gestion de la qualité est de 39,58 %. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude qui s'est limitée à une seule entreprise avec un questionnaire de 32 questions et observations. Ceci peut expliquer en partie des différences de l'ordre de 16,02%. Cette différence pourrait aussi être le fait de nombreux points forts ci-après :

- L'Assurance de la Qualité, appliquée à 75%, témoigne du niveau moyen d'appropriation de la démarche par le personnel, surtout par le Responsable Qualité qui en est le "pacemaker" ;
- l'hygiène des locaux et des installations avec 60% d'aspects conformes aux exigences, justifie outre mesure, l'agrément technique délivré par la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (DOPM) ;
- L'hygiène du matériel avec 60% de réponses conformes aux exigences.

Toutefois, les points nécessitant une amélioration représentent 44,4%, soit un écart de 11,2% avec les points forts. Ceci peut négativement impacter sur l'appréciation du Système Qualité de l'entreprise. Ces principaux points sont les suivants :

- inextensibilité du bâtiment ;
- Non maîtrise des principes de la marche en avant et du non entre croisement des courants de circulation ;
- Gestion approximative des couteaux et fusils des fileteurs ;
- Absence d'une équipe spécialisée pour les opérations de ND ;
- Mauvais choix des prélèvements de surfaces pour l'autocontrôle ;
- Niveau moyen d'hygiène du personnel.

La persistance de certains de ces manquements pourrait entraîner des contaminations additionnelles du produit fini. Ce qui est contraire aux recommandations de **CANET** [5].

1.3. Caractéristiques organoleptiques

Les attributs sensoriels initiaux des filets de soles langues tropicales frais sont dans l'ensemble supérieurs à J_2 avec un degré de fraîcheur moyen de $2,42 \pm 0,32$. A cet stade, les filets présentent une texture ferme et élastique, une couleur blanc rosée typique, une colonne vertébrale non colorée et une odeur ni d'algue ni mauvaise. Ces attributs changent progressivement avec la durée de stockage croissante à une température moyenne de $4,5^\circ\text{C}$ à cœur du produit. Cependant, l'odeur et la couleur générale des filets décroissent plus vite que la couleur au voisinage de la colonne vertébrale et la rigidité. Les mêmes observations ont été faites par **FAO** [11]. Les filets deviennent désagréables, rougissent et/ou verdissent et dégagent une odeur d'abord aigrelette qui s'accroît au bout de 6 jours. Cette dégradation de la qualité sensorielle des filets s'accompagne d'une diminution de leur cotation fraîcheur qui passe en deca de J_1 à J_6 et les rend inexorablement répugnant et par voie de fait, impropre à la consommation humaine.

Toutefois, les travaux réalisés par **WEN-XIAN DU** et *al.* [35] sur l'évaluation de 10 attributs de filets de thon stockés à 4°C et issus de lot homogène, ont montré une évolution baissière soutenue de tous les paramètres et de la cotation fraîcheur. Bien que n'étant pas isocomparables aux données suscitées, nos résultats suivent cette tendance et se caractérisent par deux principales irrégularités à J_5 et à J_7 . Ce qui peut s'expliquer par la teneur en gras

de la matière première, l'hétérogénéité du lot et la différence de température de stockage réfrigéré. En effet, nos travaux ont concerné une espèce maigre stockée dans une plage de température allant de 0 à 4°C et issue de marées différentes. Les différentes soles font l'objet d'une inspection organoleptique simple avant leur préparation. Tous ces paramètres ont manifestement déteint sur la durée de vie des produits. C'est certainement pourquoi, sur 10 boîtes de filets étudiés, 5 ont été rejetées à J₇, 2 à J₉, 2 autres à J₅ et 1 à J₈.

La durée de conservation varie avec le degré de fraîcheur initiale des filets et a certainement une interrelation avec le niveau de contamination par la FAP qu'avec celui de la MAC 30. En effet, des corrélations linéaires légèrement supérieures à zéro ont pu être observées entre le degré de fraîcheur des filets de soles et la FAP (p=0,067) d'une part, la MAC 30 (p=0,22) de l'autre. Ce qui semble confirmer les observations faites par **GRAM et al.**, cités par **FAO[11]**, et celles de **HUSS et al.**, cités par **RUSSELL [26]** selon lesquelles la flore aérobique mésophile cultivant à 30°C constitue un indicateur pauvre de la qualité et de la durée de vie des produits.

1.4. Caractéristiques bactériologiques

Les analyses bactériologiques se caractérisent par une contamination initiale des filets par une flore mésophile aérobique totale ($4,8 \cdot 10^5$ UFC/g) supérieure au critère microbiologique (10^5 UFC/g), référencé dans l'arrêté français du 21 décembre 1979 [12].

Au même moment, la contamination initiale liée aux germes psychrotrophes aérobies est satisfaisante ($7 \cdot 10^4$ UFC/g) par rapport au même critère, soit une variation de 14,58% à J₀. Les deux flores croissent de façon irrégulière jusqu'à J₈ sans toutefois que la flore aérobique ne dépasse la flore mésophile aérobique totale. De tels résultats présentent une similitude avec les observations de plusieurs auteurs [27, 31] qui ont constaté que la flore des poissons de mer tropicale est à dominante mésophile.

En effet, selon **SHEWAN [31]**, les poissons capturés au large des côtes mauritaniennes présentent 55% de flores mésophiles aérobies totales contre 45% de psychrotrophes. La mise en évidence d'une forte charge mésophile de l'ordre de $4,8 \cdot 10^5$ UFC/g à J₀ est un indicateur révélateur du niveau d'hygiène moyen dans l'entreprise. En effet, selon **ABABOUCHE [1]**, ces germes sont témoins du non-respect des bonnes pratiques de fabrication ; rupture de la chaîne de froid, retard dans l'élaboration des produits. Ce qui semble par ailleurs conforter les résultats de notre enquête. Contrairement au résultat trouvé par **THIAM [32]**, $5,1 \cdot 10^5$ UFC/g, nous avons noté une diminution de la contamination par la flore mésophile.

En outre, au jour du rejet sensoriel, les deux flores présentent des valeurs supérieures à 10^7 UFC /g. De telles observations ont été également faites par d'autres auteurs [14, 26].

1.5. Caractéristiques chimiques

Les niveaux d'ABVT et de TMA respectifs de $6,96 \pm 3,68$ mg N/g et $3,98 \pm 2,72$ mg N/g de chair sont initialement conformes aux critères de références [10, 34] et sont proches des concentrations rapportées par **POURNIS** et *al.* [22] sur le mulot méditerranéen ($10 \pm 0,8$ mg N/g et $0,11 \pm 0,05$ mg N/g). Cette tendance persiste jusqu'à J6 et paraît normale au regard de la forte corrélation linéaire entre ces deux paramètres ($R^2 = 0,71$). En effet, selon plusieurs auteurs [1, 10, 11], la TMA est une composante essentielle de l'ABVT ; elle résulte de la réduction de l'oxyde de triméthylamine (TMA-O) par des bactéries spécifiques d'altération.

Toutefois, cette augmentation de la concentration en ABVT et en TMA suit la croissance bactérienne, particulièrement celle des germes psychrotrophes dont les corrélations moyennes avec l'ABVT ($R^2 = -0,52$) et la TMA ($R^2 = -0,5$) sont négatives. Ce qui se caractérise par une dégradation de la fraîcheur des filets avec des concentrations en ABVT et TMA respectives de $30,56 \pm 2,61$ et $24,35 \pm 2,17$ mg N/g au moment du rejet sensoriel. Des corrélations négatives entre le degré de fraîcheur et l'ABVT ($R^2 = -0,72$) d'une part, et la TMA ($R^2 = -0,5$) de l'autre, témoignent qu'il existe un rapport entre la production de ces composés chimiques et l'altération progressive des filets. Ces résultats sont supérieurs à ceux de **GULDAGER** et *al.* [15], 10 mg N/100g de chair au moment du rejet sensoriel des filets de morue conditionnés sous atmosphère modifiée.

Néanmoins, ils sont inférieurs à ceux de **JORGENSEN** et *al.* [19] qui ont trouvé des valeurs de TMA de l'ordre de 50mg N/100g de chair. Ces différences de niveau de TMA sont vraisemblablement dues aux différences de statut microbiologique de départ, de conditionnements, des méthodes utilisées pour l'évaluation sensorielle et à la différence des critères de fin de durée de conservation utilisée.

En effet, au cours de la présente étude, les filets de soles langues tropicales frais ont été rejetés dès l'apparition des signes manifestes d'altération tels que :

- Odeur désagréable ;
- Coloration anormale ;
- Changement de texture ;
- Formation de couche poisseuse.

En moyenne, à J₇ les filets présentent un degré de fraîcheur ($0,6 \pm 0,21$) tel, qu'ils ne peuvent plus faire l'objet d'une libre consommation. Ce qui semble concorder avec les observations de **REDDY** et *al.* [24].

CONCLUSION

L'objet de cette étude était l'évaluation des caractéristiques organoleptiques, microbiologiques et physico-chimiques des filets de soles langues tropicales frais. Elle tenait au souci de recherche des voies et moyens pour mieux satisfaire les besoins et attentes d'une clientèle de plus en plus exigeante. Les réclamations des clients peuvent s'expliquer par une perte de maîtrise de la qualité. En effet, les données de l'enquête ont révélé la présence de certaines insuffisances au sein de l'entreprise, susceptibles d'engendrer une surcontamination des produits et d'accélérer leur altération. Il s'agit:

- De non maîtrise des principes de la marche en avant et du non entrecroisement des courants de circulation ;
- De la gestion approximative des couteaux et fusils des fileteurs ;
- De l'absence d'une équipe spécialisée pour les opérations de ND ;
- Du mauvais choix des prélèvements de surfaces pour l'autocontrôle ;
- Du niveau moyen d'hygiène du personnel.

La détermination du degré de fraîcheur des filets a mis en évidence des variations de fraîcheur des filets certainement imputables au relâchement des agents chargés des opérations de réception, de triage et de calibrage des soles entières. En effet, le degré de fraîcheur moyen à J_0 est de $2,42 \pm 0,32$ avec un maximum de 3 et un minimum de 2. Cette variabilité a trouvé son explication dans le caractère hétérogène de la matière première qui est issue de marées et de plages différentes. Ce manque de rigueur, ajouté aux carences hygiéniques sus-évoquées déteignent sur les caractères organoleptiques et la charge microbienne initiale des filets ($4,8.10^5$ UFC/g de MAC 30 à J_0 contre 7.10^4 UFC/g de FAP). Les dosages des amines volatiles totales, de la triméthylamine et la détermination de leur rapport nous a permis de cerner avec précision la péremption des filets de soles langues tropicales frais exportés vers les pays du nord. Cette péremption a été préalablement évaluée à 7 jours qui correspondent au rejet sensoriel des filets. Les concentrations en ABVT, en TMA et surtout le rapport TMA/ABVT ont permis de suivre le processus d'altération des produits et de valider cette durée de vie. La prise en compte des délais de livraison des produits et des circonstances imprévues la ramène à 4 jours.

Ces travaux ont été l'occasion d'apprécier le niveau de construction de la qualité qui est acceptable (55,6%) à la Pirogue Bleue. Cependant, de nombreux efforts restent à fournir. Ce qui nous amène à formuler les recommandations suivantes :

- Veiller au respect des règles de bonne pratique d'hygiène et de fabrication ;
- Repenser le système d'approvisionnement en matière première ;
- Renforcer la maîtrise des séquences de production et en particulier l'étape de la réception/triage qui nécessite une rigueur soutenue ;
- Mettre en place une équipe spéciale de nettoyage désinfection;
- Veiller au respect de la chaîne froide;
- Remobiliser en permanence le personnel autour du projet qualité pour qu'elle devienne l'affaire de tous;
- Augmenter le nombre de surfaces à contrôler.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ABABOUCHE L., 1995.** Assurance de la qualité en industrie halieutique. Rabat: Ed. Actes. 214pages.
2. **AFNOR., 1999.** Microbiologie alimentaire: Méthodes horizontales, tome 1. Paris: AFNOR, 663pages.
3. **BOURGEOIS C.M., et LEVEAU J.Y., 1980.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Paris : Ed. Lavoisier Tec& Doc., 33pages.
4. **CODEX ALIMENTARIUS., 1995.** Poissons et produits de la pêche. <en ligne> <http://www.fao.org/Docrep/005>.
5. **CANET C., 1994.** Guide des bonnes pratiques de fabrication dans les industries agroalimentaires. Microb. Hyg. Ali., 6, (15) : 43 – 46
6. **DIALLO. M., 2002.** Contribution à l'étude des bonnes pratiques de fabrication selon le système HACCP : Appréciation microbiologique des filets de poissons frais. Dakar : Mémoire. DEA – PA; (10)
7. **DIRECTION DES PECHEES MARITIMES., 2003.** Résultats généraux des pêches maritimes. 82pages
8. **DIRECTION DES PECHEES MARITIMES., 1999.** Manuel d'inspection et de contrôle de la qualité des produits halieutiques au Sénégal, 66pages.
9. **DIAKHATE D., 1996.** Contribution à l'étude de la durabilité ou date limite d'utilisation optimale des poissons réfrigérés. Dakar: Thèse – Méd. Vét., (8).
10. **DUCAUZE C.J., 2003.** Fraudes alimentaires. Approche réglementaire et méthodologie analytique. Ed. Lavoisier Tec & Doc., 245p
11. **FAO., 1999.** La qualité et son évolution dans le poisson frais. <en ligne> <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768F/T1768F09.htm>
12. **France. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2001.** Note de service DGAL/SDHA/N 2001-8090 relative aux critères microbiologiques applicables aux aliments, 1-17.
13. **GOUSSET J., TIXERANT G. et ROBLOT M., 1971.** Inspection des produits de la pêche. Ed. RTVA, Paris : 51pages.
14. **GUIRAUD J. et GALZY P., 1988.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Paris : Ed. Usine nouvelle, 130 pages.
15. **GULDAGER H.S., BOKNAES N., OSTERBERG C., NIELSEN J., and DALGAARD P., 1998.** Thawed cod fillets spoil less rapidly than unfrozen fillets when stored under modified atmosphere at 2°C. J. Food Prot, 61, (9):1129-1136.
16. **HUSS H. H., ELKILDSSEN., 1974.** Botulism in farmed trout caused by *Clostridium botulism* type E. Nord, Vet-Med, (26) pp 733-738.
17. **AFNOR., 2000.** Système de management de la qualité : Principes essentiels et vocabulaire. Norme NF EN ISO 9000., X 50 -130. Déc. 2000 AFNOR – 30 pages

- 18. JOUVE J.L., 1996.** La qualité microbiologique des aliments: Maîtrise et critères. Paris: Ed. Polytechnica, 563pages.
- 19. JORGENSEN B.R., GIBSON D.M., and HUSS H.H., 1988.** Microbiological quality and shelf life prediction of chilled fish. *Int. J. Food Microbiol.* (6):295-307.
- 20. KALLO V., 2002.** Recherche des coliformes thermotolérants dans les filets de poisson élaborés en Côte d'Ivoire et destinés à l'exportation. Dakar :Thèse: Med. Vet., (11).
- 21. MARSHALL D. L. and JINDAL V., 1997.** Microbiological quality of catfish frames treated with selected phosphates. *J. Food Prot.*, 60, (9). pp1081 – 1083.
- 22. POURNIS N., PAPAVERGOU A., BADEKA A., KONTOMINAS M.G. and SAVVAIDIS I.N., 2005.** Shelf-life extension of refrigerated mediterranean mullet (*mullus surmuletus*) using modified atmosphere packaging. *J. Food Prot.*, 68, (10): 2201-2207
- 23. ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., 1985.** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris : Ed. SEPAIC, 225pages.
- 24. REDDY N.R., SOLOMON H.M., YEP H., ROMAN M.G., and RHODEHAMEL E.G., 1997.** Shelf life and toxin development by *Clostridium botulism* during storage of modified-atmosphere-packaged fresh aquacultured salmon fillets. *J. Food Prot.*, 60, (9):1055 – 1063.
- 25. RUIZ-CAPILLAS C., and MORAL A., 2001.** Formation of biogenic amines in bulk-stored chilled hake (*merluccius L.*) packed under atmospheres. *J. Food Prot.*, 64, (7): 1045-1050.
- 26. RUSSELL S.M., 1998.** Capacitance Microbiology as a means of determining the quality of spoilage bacteria on fish fillets. *J. Food Prot.*, 61, (7): 844 – 848.
- 27. SAINCLIVIER M., 1983.** L'Industrie alimentaire halieutique : le poisson matières premières. Ed. Sciences Agronomiques, Rennes : 1, 297p.
- 28. SEYDI Mg., NDAO.D., MINL'A MI OYONO J.C., 2001.** Etude du niveau de mise en place du système HACCP dans les entreprises des produits halieutiques au Sénégal. *Microb. Hyg. Ali.* 13, (36) :1-12
- 29. SEYDI Mg., 1982.** Stratégie de santé en situation de développement. Point de vue du vétérinaire: contamination des DAOA. Incidence sanitaire et économique. *Médecine d'Afrique noire*, 29, (6) : 307 – 406.
- 30. SHEWAN J.M., 1974.** The biodeterioration of certain proteinaceous foodstuffs at chill temperature in industrial aspects of bi ochemistry, Amsterdam: Ed. Spencer, 475-490.
- 31. THIAM S., 2003.** Contribution à l'étude de l'incidence du froid sur la qualité bactériologique des filets de poissons. Dakar : Mémoire DEA-PA, (3)
- 32. UE., 2004.** Règlement CE 852/2004(H₁) du Parlement Européen et du Conseil relatif à l'Hygiène des Denrées Alimentaires.

33. UE., 1995. Décision fixant les valeurs limites en azote basique volatil total pour certaines catégories de produits de la pêche et les méthodes d'analyse à utiliser. J.O.C.E. L097,0084 – 0087.

34. WEN-XIAN DU., KIM J., CORNELL J.A., HUANG T.S., MARSHALL M.R., and WEI C.I., 2001. Microbiological, sensory and electronic nose evaluation of yellowfin tuna under various storage conditions. J. Food Prot. 64, (12): 2027-2036.

[Résumé](#)

[Figures](#)