

**UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE
SCIENCE ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS
BAC III**

**COURS : TECHNOLOGIE DES PRODUITS AQUATIQUES
(20H CM et 10H TP)**

TITULAIRE

Prof NZIGAMASABO Aloys

Table des matières

| | |
|---|----|
| RESUME | 4 |
| OBJECTIFS PEDAGOGIQUES..... | 4 |
| 0.INTRODUCTION GENERALE..... | 4 |
| I. DEFINITION ET CLASSIFICATION DU POISSON..... | 5 |
| II. COMPOSITION CHIMIQUE..... | 5 |
| II.1. PRINCIPAUX COMPOSANTS | 5 |
| II.2. LIPIDES | 6 |
| II.3. PROTEINES..... | 7 |
| II.4. EXTRAITS AZOTÉS..... | 8 |
| II.5. VITAMINES ET SELS MINÉRAUX | 8 |
| III. MICROBIOLOGIE DES POISSONS..... | 8 |
| III.1. Contamination endogène ou primaire..... | 8 |
| III.2. Contamination exogène ou secondaire..... | 9 |
| VI.1. Histamine | 10 |
| VI.3. Aspects médicaux | 11 |
| VI.4. Aliments associés | 11 |
| VI.5. Microorganismes incriminés et prévention | 11 |
| VII. TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION DU POISSON..... | 12 |
| VII.1. Introduction..... | 12 |
| VII.2. Durée de conservation et causes de la détérioration des produits aquatiques..... | 14 |
| Tableau I : Fiche d'évaluation sensorielle du poisson..... | 15 |
| VII.2.1. Les microorganismes | 16 |
| VII.2.2. Les enzymes | 18 |
| 8.2.3. Les réactions d'oxydation | 19 |
| 8.3. Facteurs de détérioration du poisson | 19 |
| 8.3.1. Degré d'acidité | 20 |
| 8.3.2. Température..... | 20 |
| 8.3.3. Composition chimique | 20 |
| 8.3.4. Hygiène insuffisante..... | 20 |
| Chap 9. Techniques de séchage du poisson | 23 |

| | |
|--|----|
| 9.2. Séchage amélioré..... | 25 |
| 9.3. Conditionnement, emballage, étiquetage | 27 |
| 9.4. Stockage des produits finis | 28 |
| Chap 10. Techniques de fumage du poisson..... | 29 |
| 10.1. Introduction | 29 |
| 10.2. Préparation du poisson..... | 31 |
| 10.3. Processus de fumage | 32 |
| 10.3.1. Types de fumage | 32 |
| 10.3.2. Salage du poisson | 33 |
| 10.3.3. Fours de fumage et fumoirs | 33 |
| 10.3.4. Types de combustibles | 37 |
| 10.3.5. Four Thiaroye | 37 |
| 10.3.6. Conditionnement et stockage..... | 41 |
| 10.3.7. Bonnes pratiques d'hygiène dans les usines de transformation du poisson..... | 42 |
| CHAP II. Conservation du poisson sous glace..... | 43 |
| 11.1. Pratiques de conservation du poisson sous glace | 43 |
| 11.2. Quelques caractéristiques du poisson | 44 |
| 11.2.1. Composition nutritionnelle du poisson..... | 44 |
| 11.2.2. Composition bactérienne | 45 |
| 11.2.3. Le poisson : un produit très périssable..... | 45 |
| 11.3. Pourquoi employer de la glace pour refroidir le poisson?..... | 47 |
| 11.4. Pourquoi ne pas employer d'autres méthodes de réfrigération? | 47 |
| 11.6. Effets de la température sur la décomposition du poisson..... | 48 |
| 11.7. Durée de conservation du poisson sous glace | 49 |
| 11.8. Calcul de la durée d'entreposage..... | 50 |
| 11.9.1. Matériel | 50 |
| 11.9.2. Ratio glace/poisson | 51 |
| 11.9.3. Techniques d'arrimage du poisson et de la glace | 51 |
| 11.9.4. Modèle courant de caisse à poisson..... | 52 |
| 11.10. Température et durée de refroidissement..... | 52 |
| 11.11. Economie de la glace et préservation de la qualité du poisson | 52 |
| CHAPITRE 12 : Hygiène dans les poissonneries et autres points de vente et de stockage du poisson | 54 |
| 11.1. Hygiène des poissonneries et des boutiques | 54 |
| 11.2. Hygiène pendant le transport | 57 |

| | |
|--|----|
| 11.4. Hygiène sur les lieux de vente..... | 57 |
| 11.4. Hygiène des lieux d'entreposage..... | 57 |
| 11.5. Hygiène des emballages..... | 57 |

RESUME

Le cours de Technologie des produits d'origine aquatique présente les connaissances fondamentales et appliquées relatives à la composition, la transformation, la conservation et la commercialisation des produits issus des milieux aquatiques (poissons, crustacés, mollusques, algues). Il vise à donner aux étudiants une compréhension globale des procédés technologiques, des critères de qualité, de la sécurité sanitaire et des normes en vigueur.

OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

- ✓ Comprendre la nature, la composition et les propriétés des produits aquatiques.
- ✓ Identifier les altérations et les méthodes de conservation adaptées.
- ✓ Maîtriser les procédés de transformation et les exigences d'hygiène.
- ✓ Appliquer les principes du système HACCP et des normes internationales
- ✓ Analyser la qualité, la traçabilité et la valeur commerciale des produits aquatiques.

0.INTRODUCTION GENERALE

Les produits d'origine aquatique, tels que les poissons, crustacés, mollusques et algues, représentent une **source majeure de protéines animales**, de lipides essentiels, de vitamines et de minéraux pour l'alimentation humaine. Leur importance nutritionnelle, économique et sociale est considérable, notamment dans les pays en développement où ils contribuent significativement à la sécurité alimentaire et à la création d'emplois dans les zones côtières et lacustres.

Cependant, ces produits sont **hautement périssables** en raison de leur forte teneur en eau, de leur richesse en composés azotés et de l'activité enzymatique intense qui se poursuit après la mort de l'animal. Sans un traitement adéquat, ils subissent rapidement des altérations organoleptiques et microbiologiques rendant leur consommation dangereuse.

La **technologie des produits d'origine aquatique** vise à maîtriser les procédés permettant de **préserver la qualité et la sécurité** de ces denrées depuis la capture jusqu'à la consommation. Elle englobe les étapes de manipulation, de transformation, de conditionnement, de conservation et de distribution.

Ce domaine s'inscrit également dans une perspective de **développement durable**, en cherchant à valoriser les coproduits de la pêche, à réduire les pertes post-récolte et à encourager des pratiques de transformation respectueuses de l'environnement.

Ainsi, la connaissance approfondie des propriétés biochimiques des produits aquatiques, combinée à la maîtrise des technologies modernes de conservation et de transformation, constitue un pilier essentiel pour le développement d'une industrie halieutique performante, durable et compétitive.

I. DEFINITION ET CLASSIFICATION DU POISSON

Les poissons sont généralement définis comme des vertébrés aquatiques utilisant des branchies pour extraire l'oxygène de l'eau et disposant de nageoires comprenant un nombre variable d'éléments, appelés rayons, qui en constituent l'armature (Thurman et Weber, 1984).

Cinq classes de vertébrés comprennent des espèces que l'on peut appeler poisson, mais seulement deux de ces groupes - les requins et raies et les poissons à arêtes - sont généralement importants et largement répandus dans le milieu aquatique.

Les poissons sont les plus nombreux des vertébrés avec au moins 20 000 espèces connues et plus de la moitié (58 %) vivent dans le milieu marin. Ils sont plus répandus dans les eaux chaudes et tempérées des plateaux continentaux (quelques 8 000 espèces). Dans les eaux froides polaires on trouve environ 1 100 espèces. Dans l'environnement pélagique des océans, bien loin de l'effet des terres, on ne trouve que 225 espèces. Curieusement, dans la zone mésopélagique plus profonde du milieu pélagique (entre 100 et 1 000 m de profondeur) le nombre des espèces augmente. Il y a environ 1 000 espèces de poissons dans la zone comprise entre la surface et la zone abyssale (Thurman et Weber, 1984).

Classer tous ces organismes dans un système n'est pas tâche facile mais le taxonomiste regroupe les organismes en unités naturelles qui reflètent les relations de l'évolution. La plus petite unité est l'espèce. Chaque espèce est identifiée par un nom scientifique en deux parties : le genre et l'épithète spécifique (nomenclature binominale). Le nom du genre commence toujours par une majuscule et les deux sont en italique. Par exemple, le nom scientifique (espèce) du dauphin commun est *Delphinus delphis*. Le genre est une catégorie qui comprend une ou plusieurs espèces tandis que l'étape suivante dans la hiérarchie est la famille qui peut comprendre un ou plusieurs genres. **Ainsi le système hiérarchique complet est: Règne: Phylum: Classe: Ordre: Famille: Genre: Espèce.**

L'utilisation de noms courants ou vernaculaires prête souvent à confusion car les mêmes espèces peuvent avoir différents noms dans différentes régions ou inversement le même nom est attribué à plusieurs espèces différentes ayant parfois des caractéristiques technologiques différentes. Comme point de référence, le nom scientifique devrait, par conséquent, être indiqué, dans toutes les publications ou rapports, la première fois qu'une espèce particulière est désignée par son nom courant.

II. COMPOSITION CHIMIQUE

II.1. PRINCIPAUX COMPOSANTS

La composition chimique du poisson varie considérablement d'une espèce et d'un individu à l'autre selon l'âge, le sexe, l'environnement et la saison. Les principaux composants des poissons et des mammifères peuvent être classés selon les mêmes catégories et le Tableau I donne des exemples des différences entre les composants des divers poissons.

Tableau I : Principaux composants des muscles de poisson et de bœuf

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

Les variations de la composition chimique du poisson sont étroitement liées à son alimentation, aux déplacements migratoires et aux changements sexuels en rapport avec la ponte. Les poissons auront des périodes de famine pour des raisons naturelles ou physiologiques (telles que migration et frai) ou à cause de facteurs extérieurs tels que le manque de nourriture. Habituellement la ponte, qu'elle se produise après une longue migration ou non, fait appel à de très grandes dépenses d'énergie.

Les poissons qui ont des réserves d'énergie sous forme de lipides feront appel à celles-ci. Les espèces effectuant de longues migrations, avant d'atteindre des lieux spécifiques de ponte ou des rivières, peuvent utiliser des protéines en plus des lipides pour puiser de l'énergie et épuisent, de ce fait, leurs réserves à la fois de lipides et de protéines, ce qui conduit à une réduction générale de la condition physique du poisson.

Une méthode utilisée pour classer les poissons en espèces maigres et espèces grasses consiste à considérer comme maigres les poissons qui emmagasinent les lipides uniquement dans le foie et en poissons gras les poissons conservant les lipides dans des cellules de graisse réparties dans d'autres tissus du corps.

II.2. LIPIDES

Les lipides présents dans les espèces de poissons téléostéens peuvent être divisés en deux groupes principaux: les phospholipides et les triglycérides. Les phospholipides constituent la structure intégrale des membranes des unités cellulaires et sont de ce fait appelés souvent lipides structuraux. Les triglycérides sont des lipides utilisés pour entreposer l'énergie dans les dépôts de graisse, habituellement à l'intérieur de cellules grasses spéciales entourées d'une membrane de phospholipide et d'un réseau assez faible de collagène. On appelle souvent les triglycérides des graisses de dépôt.

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

Le pourcentage d'acides gras polyinsaturés ayant quatre, cinq ou six doubles liaisons est légèrement plus faible dans les acides gras polyinsaturés des lipides des poissons d'eau douce (environ 70%) que dans les lipides correspondants des poissons d'eau de mer (environ 88%) (Stansby et Hall, 1967). Cependant la composition des lipides n'est pas complètement fixe mais peut varier en fonction de l'alimentation et de la saison.

Dans l'alimentation humaine, certains acides gras tels que les acides linoléiques et linoléniques sont considérés comme essentiels car l'organisme ne peut pas les synthétiser. Dans les poissons marins, ces acides gras constituent seulement environ 2% des lipides totaux, ce qui est un faible pourcentage comparé à plusieurs huiles végétales. Cependant les huiles de poisson contiennent d'autres acides gras polyinsaturés qui sont "essentiels" pour prévenir les maladies de peau de la même façon que les acides linoléique et arachidonique. Comme membres de la famille de l'acide linoléique (première double liaison en troisième position, $w-3$, à partir du groupe méthyl terminal, ils auront également des effets neurologiques favorables à la croissance des enfants. Un de ces acides gras, l'acide eicosapenténoïque ($C_{20:5w-3}$), a récemment beaucoup attiré l'attention parce que des savants danois ont trouvé que cet acide entrainait de façon importante dans le régime alimentaire d'un groupe d'Esquimaux du Groenland pratiquement exempt d'artériosclérose. Des recherches au Royaume-Uni et ailleurs ont montré que l'acide eicosapenténoïque dans le sang est un facteur antithrombotique extrêmement puissant (Simopoulos *et al.*, 1991).

II.3. PROTEINES

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

- Les protéines structurales (actine, myosine, tropomyosine et actomyosine), qui constituent de 70 à 80% de la teneur totale en protéines (comparée à 40% chez les mammifères). Ces protéines sont solubles dans des solutions salines de force ionique relativement élevée ($\approx 0,5 M$).
- Les protéines sarcoplasmiques (myoalbumine, globuline et enzymes) qui sont solubles dans des solutions salines neutres de force ionique faible ($< 0,15M$). Cette fraction représente de 25 à 30% des protéines.
- Les protéines du tissu conjonctif (collagène) qui constituent environ 3% des protéines chez les téléostéens et environ 10% chez les élasmobranches (comparé à 17% chez les mammifères).

Les protéines structurelles constituent le système contractile responsable du mouvement des muscles. La composition en acides aminés est approximativement la même que pour les protéines correspondantes dans le muscle des mammifères bien que les propriétés physiques puissent être légèrement différentes.

La majorité des protéines sarcoplasmiques sont des enzymes participant au métabolisme de la cellule, comme la transformation anaérobie de l'énergie du glycogène en ATP. Si les organites à l'intérieur des cellules musculaires sont rompues, cette fraction de protéine peut également contenir les enzymes métaboliques situées à l'intérieur du réticulum endoplasmique, des mitochondries et des lysosomes.

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

que chez les mammifères, bien que l'on ait pu observer une variation totale de 4,7 à 10% du collagène (Sato *et al.*, 1989).

Les protéines du poisson renferment tous les acides aminés essentiels qui ont, comme les protéines du lait, des oeufs et de la viande de mammifères, une très haute valeur biologique (Tableau 4.3).

II.4. EXTRAITS AZOTÉS

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

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

II.5. VITAMINES ET SELS MINÉRAUX

La teneur en vitamines et sels minéraux est spécifique aux espèces et peut, de plus, varier selon la saison. En général, la chair du poisson est une bonne source de vitamines B et également, dans le cas des espèces grasses, de vitamines A et D. Quelques espèces d'eau douce comme la carpe ont une grande activité thiaminasique et, de ce fait, leur teneur en thiamine est généralement basse. En ce qui concerne les éléments minéraux, la chair du poisson est considérée comme une source appréciable de calcium et de phosphore en particulier mais également de fer, cuivre et sélénium. Les poissons d'eau de mer ont une forte teneur en iode.

La teneur en vitamines est comparable à celle des mammifères exceptions faite pour les vitamines A et D que l'on trouve en grandes quantités dans la chair des espèces grasses et en abondance dans le foie de certaines espèces comme le cabillaud et le flétan.

III. MICROBIOLOGIE DES POISSONS

Normalement, la chair du poisson est stérile. Les régions contaminées sont le mucus qui recouvre la peau, les branchies et le tube digestif. La contamination bactérienne de la chair ne survient qu'après la capture. Les sources de cette contamination sont diverses et peuvent être réparties en deux groupes :

- ✓ La contamination endogène,
- ✓ La contamination exogène.

III.1. Contamination endogène ou primaire

Cette contamination a lieu du vivant de l'animal. Elle se fait via la respiration, l'alimentation et lors des déplacements. La composition et la quantité de cette flore bactérienne dépend de l'origine, de la température de l'eau, de l'alimentation etc. Certains travaux ont montré une prédominance des bactéries à Gram-négatif dans la flore initiale de poissons issus des eaux

tempérées (GRAM et DALGAARD, 2002) alors qu'une proportion élevée de coques à Gram-positif et de *Bacillus* spp est trouvée dans certains poissons provenant des mers chaudes et des eaux tropicales. Les bactéries d'origine endogène peuvent être subdivisées en 3 classes :

- **Germes typiquement aquatiques**, Ils appartiennent généralement aux genres *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Acetobacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Aeromonas*, *Morexella*, (BILLON, 1976).
- **Germes d'origine tellurique**, Ce sont des bactéries sporulées en particulier les genres *Clostridium* et *Bacillus*. Leur dissémination dans les milieux aquatiques est assurée par les eaux de ruissellement et les eaux de pluie.
- **Germes de contamination d'origine humaine ou animale**, Ces germes proviennent du tube digestif de l'homme et des animaux. Ils se retrouvent dans les milieux aquatiques à la faveur d'une pollution par les eaux.

III.2. Contamination exogène ou secondaire

Après la capture, le poisson est sujet à de nombreuses manipulations qui sont à l'origine de la contamination bactérienne (contamination par le personnel, le matériel et l'environnement). Selon HOBBS cité par SEYDI (1982), l'Homme constitue la source la plus importante des contaminations exogènes des denrées alimentaires d'origine animale. Les germes apportés par cette contamination secondaire sont (i) des salmonelles, (ii) des coliformes thermotolérants, (iii) des *Staphylococcus* présumés pathogènes, (iv) des bactéries anaérobies sulfito- réductrices, (v) des levures et des moisissures, (vi) de la flore mésophile aérobie totale, etc...

- **Salmonelle**, c'est un germe qui est commun à toutes les espèces animales et qui se retrouve au niveau de l'environnement pollué. Sa présence dans l'aliment dénote un manque d'hygiène.
- **Coliformes thermo tolérants(CTT) à 44°C dits « fécaux »**

Ce sont des bactéries commensales de l'intestin de l'homme et des animaux. Elles sont témoins d'une contamination fécale. Leur recherche dans les poissons permet de suivre l'hygiène observée par les manipulateurs.

- **Staphylococcus présumés pathogènes**, leur présence dans l'aliment témoigne d'une contamination d'origine humaine et par conséquent de l'existence de porteur sain dans la chaîne de production.
- **Bactéries anaérobies Sulfito-Réductrices (ASR)**, Ce sont des germes thermophiles. Ils sont considérés comme des germes de contamination pour l'appréciation de l'application de l'hygiène.
- **Levures et moisissures**, Elles se développent très bien sur des substrats à faible activité de l'eau surtout quand elles se trouvent dans un environnement à hygrométrie relative élevée comme c'est le cas des régions côtières chaudes.
- **Flore mésophile aérobie totale**, Elle correspond à des bactéries indicatrices d'hygiène dont le dénombrement permet d'apprécier la qualité microbiologique du poisson et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Une flore mésophile dénombrée en grande quantité indique un début du processus d'altération. L'altération est à l'origine des pertes importantes de poisson après capture. Pour limiter ces pertes, les transformateurs ont recours aux différents procédés de conservation dont le fumage.

V. INTOXICATION PAR LE POISSON

VI.1. Histamine

L'histamine a été découverte par AKERMAN en 1910 dans les produits résultant de la putréfaction bactérienne où l'on sait aujourd'hui qu'elle peut être abondante. L'histamine appartient aux amines biogènes qui se définissent comme des molécules biologiquement actives sur le système nerveux central et sur le système vasculaire. L'ingestion d'aliments à fortes teneurs en histamine est à l'origine de l'intoxication histaminique.

L'histamine est une amine biogène produite après la mort du poisson sous l'action de certaines bactéries. Elle est formée par l'action de décarboxylases exogènes de certains microorganismes sur l'histidine. L'histidine peut se trouver sous forme libre ou sous forme liée dans les pigments tels l'hémoglobine et la myoglobine.

V.2. Symptôme de l'intoxication histaminique

Les principaux symptômes observés sont liés à l'effet vasodilatateur de l'histamine. La dilatation des capillaires sanguins entraîne des phénomènes d'hémoconcentration. Les symptômes les plus souvent rencontrés sont :

- ✓ Rougeur faciocervicale,
- ✓ Éruption cutanée,
- ✓ Œdème du visage,
- ✓ Bouffé de chaleur,
- ✓ Sensation de brûlure dans la gorge,
- ✓ Goût de poivre dans la bouche,
- ✓ Démangeaisons,
- ✓ Picotements de la peau.

Ces symptômes cutanés sont les plus spécifiques de l'intoxication histaminique et peuvent orienter le diagnostic. Ils sont généralement suivis de troubles de type :

- Céphalées,
- palpitations cardiaques,
- Étourdissements.

Des symptômes secondaires, de nature gastro-intestinale, peuvent apparaître :

- Nausées,
- Maux d'estomac,
- Vomissements,
- Diarrhée.

En général, la période d'incubation est courte, elle varie de quelques minutes à quelques heures. Les symptômes disparaissent spontanément en quelques heures (3H en général). Exceptionnellement, ils peuvent durer plusieurs jours dans les cas les plus graves.

VI.3. Aspects médicaux

L'incidence de ce phénomène, trop souvent pris pour une allergie alimentaire, est sous-estimée à cause d'un mauvais diagnostic. Les intolérances à l'histamine traduisent manifestement une prédisposition individuelle et entrent dans le cadre des maladies dites "fausses allergies alimentaires" car elles miment cliniquement l'allergie alimentaire sans mettre en jeu de mécanismes immunologiques. Ainsi, certains patients présentent des symptômes lors de l'ingestion d'aliments contenant de l'histamine à des doses parfaitement bien tolérées par des sujets normaux. Par ailleurs, l'ingestion d'aliments contenant des doses élevées d'histamine comme certains poissons ou certains fromages, peut entraîner chez tous les sujets une réaction ressemblant à une réaction anaphylactique de sévérité proportionnelle à la quantité ingérée pouvant aller au choc histaminique.

Une fois libérée, l'histamine va agir en se fixant sur des récepteurs cellulaires spécifiques dont il existe deux formes. Les récepteurs de type 1 (H1) sont présents partout dans le corps et ils sont impliqués dans l'inflammation, tandis que les récepteurs de type 2 (H2), présents au niveau de l'estomac, interviennent dans la sécrétion acide de l'estomac. En usage local, par voie orale ou injectable, les antiallergiques antihistaminiques sont des médicaments qui vont empêcher l'action de l'histamine au niveau de ces récepteurs et diminuer les symptômes de l'allergie (œdème).

VI.4. Aliments associés

Parmi les aliments riches en histamine les plus impliqués sont les poissons dits scombroïdes (appartenant à la famille des Scombridés). Ils sont la source la plus courante de l'intoxication à l'histamine (d'où le terme anglais très répandu de Scombroid Fish Poisoning). On compte parmi ces poissons le thon, la bonite et le maquereau. Les poissons d'autres familles, comme les Clupéidés (hareng, sardine, anchois, mahimahi), peuvent également être impliqués.

VI.5. Microorganismes incriminés et prévention

Les poissons appartenant aux familles des Scombridés et des Clupéidés contiennent des taux d'histidine libre supérieurs à 2 %, variables avec la saison, qui impliquent un risque d'intoxication. La formation d'histamine est essentiellement d'origine microbienne. Les microorganismes producteurs sont essentiellement mésophiles, ce sont notamment des Entérobactéries. Des auteurs citent que *Clostridium perfringens* et certains lactobacilles peuvent être impliqués. Le rôle de l'autolyse dans la formation de l'histamine est tout à fait mineur.

Par conséquent, le seul moyen de prévention consiste à limiter la prolifération microbienne par le respect des conditions d'hygiène et par un suivi rigoureux de la chaîne de froid. En effet l'histamine est thermostable, elle n'est donc détruite par aucun procédé industriel. Ce sont des mesures préventives qui doivent être appliquées. Si les conditions sont favorables, la production d'histamine peut être très rapide. Puisque l'origine est microbienne, une réfrigération rapide est nécessaire et le respect de la chaîne du froid est essentiel. Ce problème est d'autant plus important, dans le cas du thon et de la sardine, que ces poissons sont surtout pêchés dans les mers chaudes. Par ailleurs une éviscération rapide, avant réfrigération, limite la contamination. En ce qui concerne les produits laitiers, la prévention

fait également appel au respect des mesures d'hygiène, au maintien de la chaîne du froid et au contrôle de la qualité microbiologique des laits destinés à la production fromagère.

VII. TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION DU POISSON.

VII.1. Introduction

La conservation est le processus de transformation des aliments permettant de les stocker plus longtemps. L'alimentation de l'homme dépend de produits d'origine végétale et animale. Comme la plupart de ces produits ne sont disponibles que pendant certaines saisons de l'année et qu'ils s'avarièrent rapidement lorsqu'ils sont frais, des méthodes ont été développées pour les conserver.

Les aliments conservés sont consommables longtemps après que les produits frais auraient été avariés. Le développement urbain accroît le besoin de conservation des aliments, car les citadins n'ont souvent pas la possibilité de cultiver des légumes ou d'élever des animaux. La conservation est le processus qui permet de stocker des aliments pendant de longues périodes.

La conservation doit être considérée comme un moyen de stocker l'excédent d'aliments disponibles à certaines périodes pour le consommer pendant les périodes où la nourriture est rare. Toutefois, la consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation peut dans certains cas diminuer la valeur nutritive des produits.

En période de pénurie, les aliments conservés forment un complément bienvenu au régime alimentaire. La conservation permet la vente hors saison, à des prix plus élevés que pendant la saison de récolte. Il est nécessaire de connaître les causes de la détérioration si l'on veut obtenir une bonne conservation.

Au Burundi, la production halieutique moyenne annuelle est estimée à 20.000 tonnes. Le gros des captures est constitué par 2 Clupeidae (*Stolothrissa tanganicae* ou Ndagala ; *Limnothrissa miodon* ou Lumpu) et d'un Centropomidae (*Lates stappersii* ou Mukeke). Le poisson et plus particulièrement le Ndagala constitue l'apport protéique d'origine animale le plus accessible à la population burundaise du fait de son faible pouvoir d'achat. Cependant, même si le Ndagala est accessible à la bourse d'une grande partie de la population, de nombreux facteurs concourent de plus en plus à la diminution de ses stocks disponibles dans le lac de même que beaucoup d'autres espèces de poissons. Entre autres facteurs, il y a la surexploitation des ressources halieutiques du lac en raison du nombre élevé des engins de pêche, des filets de pêche dont les mailles sont inférieures aux mailles réglementaires, la pollution du lac à cause des rejets industriels (usines textiles, tanneries, huiles de vidange, ...) et de l'érosion des bassins versants. Bien plus, les pertes post capture du fait de mauvaises conditions de manutention, de l'absence de technologies appropriées de conditionnement et de conservation du poisson après sa capture, de la non maîtrise des procédés de traitement,

du manque de connaissances suffisantes sur les bonnes pratiques d'hygiène sont également autant d'autres facteurs qui réduisent la quantité des stocks disponibles. Ces pertes seraient estimées à environ 15 % de l'ensemble des captures par an, soit environ 3.000 tonnes de poisson/an ou l'équivalent de plus de 15.000.000.000 BIF/an.

En effet, la vitesse de détérioration du poisson est d'autant plus élevée que sa teneur en eau et la température ambiante sont élevées. Ainsi, pour prolonger la durée de conservation du poisson, il faut jouer principalement sur la diminution de la teneur en eau ou bien sur la température ambiante. Parmi ces deux alternatives, il est plus facile et moins coûteux de diminuer la teneur en eau que de diminuer la température. Cette diminution de la teneur en eau peut se faire comme dit plus haut par le biais du salage, du séchage et du fumage en utilisant soit des méthodes traditionnelles ou alors des méthodes artisanales améliorées mais peu coûteuses. La conservation par le froid par contre demande des appareils très coûteux, en l'occurrence des fabriques de glace, des chambres froides et des réfrigérateurs. Ces équipements fonctionnent à l'électricité alors que cette dernière n'est qu'à la portée d'une poignée de gens. Signalons aussi que tous les endroits n'ont pas accès à l'électricité dans le pays.

Si on effectue une visite sur les plages de pêche, on se rend compte que dès sa capture, le poisson est placé dans des caisses en bois de 30-50 kg, il n'est pas rare de voir les caisses chargées jusqu'à 70 kg. Le poisson est ensuite transporté vers différentes plages sans aucune précaution pour le maintien de sa fraîcheur vu que jusqu'à présent il n'y a pratiquement pas de pêcheurs qui utilisent la glace sur les bateaux. Dans ces conditions, le poisson arrive sur les plages de débarquement dans un état de détérioration parfois avancé en particulier celui qui a été capturé assez tôt dans la soirée (dégradation post mortem). L'essentiel de la production est ensuite vendu à l'état frais sur les plages de débarquement ou bien directement transporté par camionnette jusqu'à Bujumbura.

En cas de surplus, le poisson est transformé par séchage sur des claies puis conservé et ensuite vendu pendant les périodes de pénurie ou bien dans des localités situées loin des sites de production comme par exemple Bujumbura ou bien les provinces éloignées de l'intérieur du pays.

Pendant les périodes de forte production, une partie du poisson frais est séchée sur le sable vu qu'il n'y a pas encore suffisamment de claies de séchage sur les différents ports de pêche. Il en résulte que la qualité hygiénique et organoleptique n'est pas bonne et que le poisson séché dans de telles conditions ne permet pas de générer assez de revenus aux transformateurs.

La vulgarisation des technologies améliorées doit être soutenue par une sensibilisation et une formation en prenant en compte tous les intervenants dans le sous-secteur de la pêche. L'utilisation de ces technologies comporte un certain nombre d'avantages, à savoir :

- l'amélioration de la sécurité alimentaire, nutritionnelle et la santé des consommateurs;

- L'amélioration de la rentabilité économique par la mise sur le marché des produits de bonne qualité et de plus grande valeur commerciale ;
- l'accroissement des revenus des opérateurs et des débouchés commerciaux.

Dans le cadre de ce cours, nous allons passer en revue les différentes techniques de conditionnement et de conservation du poisson, plus particulièrement celles qui sont simples et qui sont facilement applicables à petite échelle, c'est-à-dire au niveau des ménages ou des communautés villageoises de façon à leur permettre de traiter et de stocker leur surplus de façon économique. Nous traiterons en particulier **du salage, du séchage, du fumage du poisson et de la conservation du poisson sous glace**. Ces technologies ont été choisies exprès étant donné leur accessibilité aussi bien au savoir-faire qu'au contexte socio-économique du pays. Ainsi, nous évoquerons les techniques de séchage du poisson Ndagala au soleil sur claies de séchage, les techniques de fumage du Ndagala et du Mukeke dans des fours améliorés, et l'utilisation de la glace dans la conservation du poisson.

VII.2. Durée de conservation et causes de la détérioration des produits aquatiques

Composition du poisson

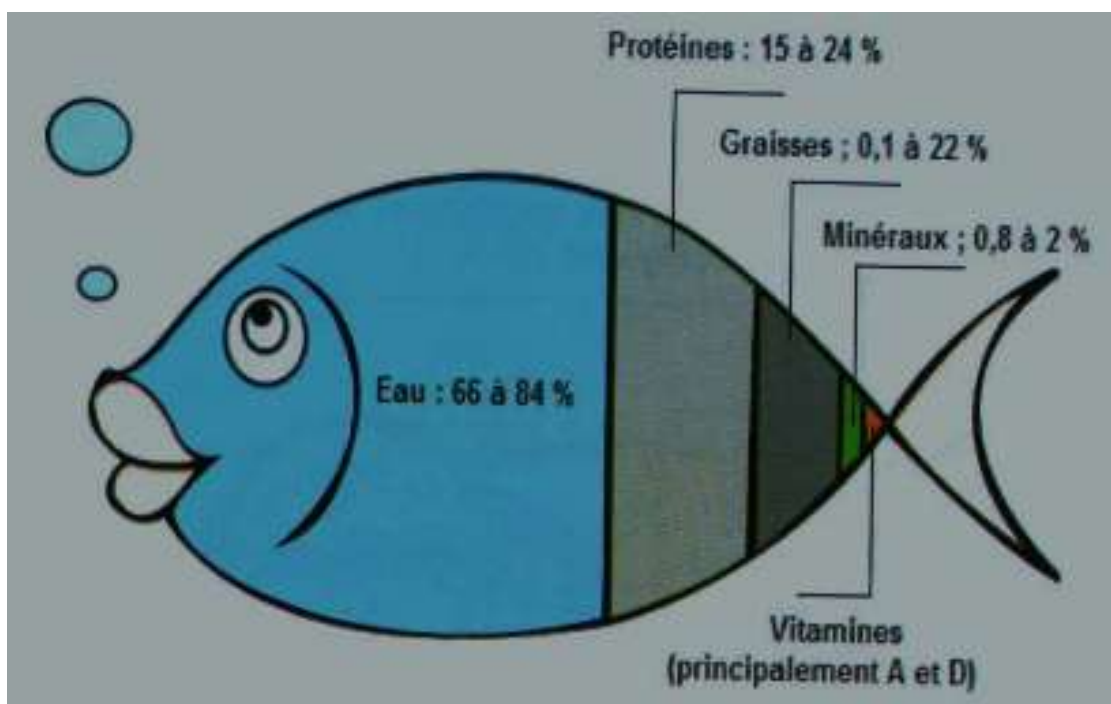


Figure I : Composition chimique du poisson

Comment peut-on distinguer un poisson frais d'un poisson avarié ?



Figure 2 : Evaluation de la fraîcheur du poisson

Tableau 1 : Fiche d'évaluation sensorielle du poisson

| Caractéristique | Poisson frais | Poisson avarié |
|-----------------|-------------------------|--|
| Peau | Brillante | Pale |
| | Pas de mucus | Présence d'une couche épaisse de mucus |
| Ecailles | Jointives | Non jointives, se détachant facilement |
| | Adhérentes à la peau | Opaque |
| Chair | Ferme | Laiteuse, jaune ou de couleur sombre |
| | Elastique | Non élastique |
| | Attachée au squelette | Faible adhésion au squelette |
| Opercule | Rigide | Entrouré par du sang |
| | Résistant à l'ouverture | Non résistant à l'ouverture |
| Branchies | Rouge | Pale |
| | Luisantes et humides | Mucus épais |
| Oeil | Proéminent | |
| | Transparent | Opaque |
| | Brillant | |
| Smell | Bonne | Mauvaise |

La détérioration du poisson se manifeste par certains changements comme par exemple la cyanose des branchies, le ballonnement de l'abdomen, la proéminence des yeux, une odeur de pourriture se développe ensuite. La consommation d'aliments avariés peut provoquer

l'apparition de symptômes tels que diarrhées, maux d'estomac, nausées et vomissements, infections ou crampes d'estomac. Dans les cas très graves, elle peut même provoquer la mort. Les principales formes de détérioration du poisson sont : a) la détérioration microbiologique, par les bactéries; b) la détérioration auto lytique par les enzymes; c) l'oxydation de la graisse.

| Salted-dried fish | | |
|---------------------|--|---|
| Criteria | Good quality | Bad quality |
| Appearance : | Firm when pressed, no damage, no insects | Insects, soft when pressed, pink or brown patches |
| Smell | Not strong | Rotten fish |
| Color | White/yellowish | Dark yellow/brown |

| Frozen fish | | |
|-------------------|---|------------------------------|
| Criteria | Good quality | Bad quality |
| Appearance | Hard and still frozen, packaging intact | Soft, wet, damaged packaging |
| Smell | No smell | Off smell |
| Color | Silver | Yellow/brown |

VII.2.1. Les microorganismes

Lorsque les conditions ambiantes sont favorables, les microorganismes se multiplient très vite plus particulièrement ceux de la peau et des viscères. La détérioration démarre vite dans les produits frais non acides, tels que le poisson et la viande.

Toutefois, tous les micro-organismes ne provoquent pas la détérioration des produits ; certains produisent même des changements souhaitables. C'est le cas par exemple des bactéries qui interviennent dans les processus de fermentation du poisson, ce qui permet d'obtenir des pâtes et des sauces de poisson. Ces transformations sont dues à des microorganismes utiles, dont il existe plusieurs espèces.

Les micro-organismes ne sont pas visibles à l'oeil nu et peuvent donc provoquer des infections ou des intoxications graves sans que la nourriture n'ait changé d'apparence. Les bactéries se développent facilement dans des aliments frais non acides comme la viande, le poisson, le lait, et les légumes. Certaines provoquent des infections et des intoxications en plus de la détérioration des produits (Salmonelles, Shigelles, Staphylocoques, Coliformes, ...). D'autres forment des spores qui les rendent résistantes aux techniques de conservation et leur développement recommence après un traitement insuffisamment chaud (Clostridies).

Les bactéries ne peuvent provoquer la détérioration des produits que si elles se développent après la contamination. La peau du poisson forme une protection naturelle contre la croissance bactérienne dans la chair. Les blessures de la peau permettent aux matières nutritives de s'échapper et aux bactéries d'entrer dans la chair et de s'y développer.

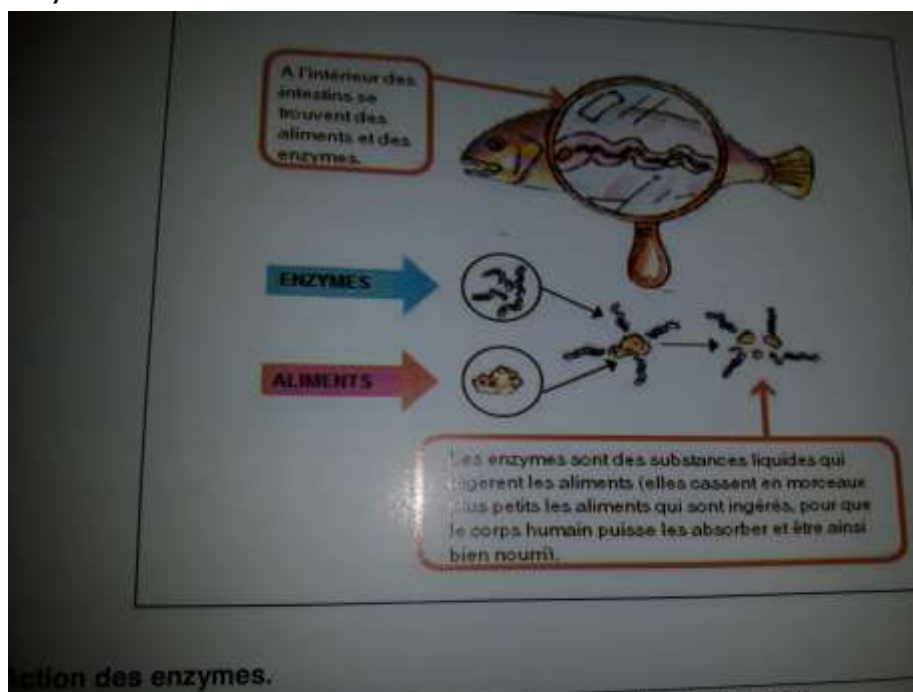
Tableau 2 : Multiplication bactérienne

| Temps de génération (heures) | Nombre | Nombre |
|---|---------------|---------------|
| 0.5 | 1 | 100 |
| 0.5 | 2 | 200 |
| 1 | 4 | 400 |
| 1.5 | 8 | 800 |
| 2 | 16 | 1,600 |
| 2.5 | 32 | 3,200 |
| 3 | 64 | 6,400 |
| 3.5 | 128 | 12,800 |
| 4 | 256 | 25,600 |
| 4.5 | 512 | 51,200 |
| 5 | 1,024 | 102,400 |
| 5.5 | 2,048 | 204,800 |
| 6 | 4,096 | 409,600 |
| 6.5 | 8,192 | 819,200 |
| 7 | 16,384 | 1,638,400 |
| 7.5 | 32,768 | 3,276,800 |
| 8 | 65,536 | 6,553,600 |
| 8.5 | 131,072 | 13,107,200 |
| 9 | 262,144 | 26,214,400 |
| 9.5 | 524,288 | 52,428,800 |

| | | |
|------|------------|---------------|
| 10 | 1,048,576 | 104,857,600 |
| 10.5 | 2,097,152 | 209,715,200 |
| 11 | 4,194,304 | 419,430,400 |
| 11.5 | 8,388,608 | 838,860,800 |
| 12 | 16,777,216 | 1,677,721,600 |

VII.2.2. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines qui contribuent à des réactions biologiques, notamment la conversion de certaines substances organiques en d'autres. Après la mort du poisson, les enzymes qu'ils contiennent sont toujours vivants. Ils se mettent à décomposer des composants en unités plus petites, ce qui altère l'odeur, le goût et la texture. Quelques heures après la mort, la rigidité cadavérique (raidissement de la chair) survient. Puis, la chair du poisson redevient molle par réactions enzymatiques qu'on qualifie d'autolyse, c'est à dire autodestruction. Un traitement thermique (p.ex. la pasteurisation) permet l'inactivation des enzymes.





8.2.3. Les réactions d'oxydation

Dans le cas des poissons gras, c'est à dire riches en graisses, des réactions peuvent avoir lieu entre la graisse et l'oxygène de l'air, il s'agit des réactions d'oxydation. Une longue exposition à l'air, par exemple lors du séchage et du fumage, donne aux poissons gras une odeur et un goût rances. Il est donc préférable de fumer et de sécher les poissons ou les morceaux de viande les moins gras.

8.3. Facteurs de détérioration du poisson

Le poisson contient en moyenne 70% d'eau, le poisson gras, environ 65%, et le poisson maigre, environ 80%. Il en est pratiquement de même de la viande de boeuf ou de porc. Cette haute teneur en eau favorise la croissance bactérienne car les bactéries profitent de la grande quantité d'eau libre de la chair de poisson pour se multiplier. Si l'humidité ambiante de l'air est basse, une fine couche protectrice se forme à la surface. Si l'environnement est chaud, la peau du poisson se recouvre d'une fine couche de condensation qui constitue un milieu favorable pour le développement des bactéries, des levures et des moisissures. Il faut noter que parmi les bactéries certaines sont pathogènes (salmonelles, shigelles, coliformes, staphylocoques), voire toxigènes (clostridies).

Les micro-organismes strictement aérobies ont besoin d'oxygène pour se développer, alors que les micro-organismes strictement anaérobies peuvent se développer dans un environnement sans oxygène. La viande hachée, par exemple, s'altère rapidement, car elle laisse entrer beaucoup d'air.

8.3.1. Degré d'acidité

Le degré d'acidité d'un produit est exprimé par le pH. Les bactéries se développent seulement dans une fourchette de pH comprise entre 4,5 et 8-9 avec un optimum à 6,5-7,5. Le poisson et la viande ont un pH neutre (7) et, par conséquent, sont des denrées très périssables. A la fermentation du poisson, on abaisse le pH bas pour que seuls les micro-organismes désirés, c'est à dire les bactéries fermentatrices, agissent sur le produit, et non les bactéries responsables de l'altération.

8.3.2. Température

La température idéale pour le développement des micro-organismes se situe entre 7 et 55°C (45-131°F). Les températures limites pour leur développement sont -10°C et 70°C (14-158°F), mais celles pour leur survie sont beaucoup plus larges. La congélation inactive les micro-organismes et le chauffage excessif ou prolongé les détruit. Des températures supérieures à 80°C (176°F) les détruisent généralement. Les spores résistent souvent à des températures supérieures à 100°C (212°F). Autrement dit, la pasteurisation peut détruire les microorganismes mais pas les spores, c'est pourquoi il faut soit prolonger le temps de pasteurisation ou bien procéder tout court à la stérilisation (effet combiné de la température, de la pression et du temps).

Outre ces conditions de développement des micro-organismes, le temps écoulé entre la contamination du produit et son traitement ou sa consommation joue un rôle important. Comme certains micro-organismes se développent plus vite que d'autres, leur nombre et la quantité de toxines produites sont variables.

A 37°C (99°F), le nombre de certaines bactéries passe de 1.000 à 10.000.000 en 7 heures. Le niveau de développement bactérien dépend d'une combinaison des facteurs mentionnés. Un produit humide à 25°C (77°F) se détériore beaucoup plus vite qu'un produit acide sec à 5°C (41°F).

8.3.3. Composition chimique

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'énergie et d'azote, ainsi que des minéraux et des vitamines. Dans la chair, les bactéries utilisent comme source d'énergie d'abord le sucre, puis le lactate formé à partir de la fermentation du lactose, ensuite les acides aminés libres et enfin la protéine. Comme source d'azote, elles utilisent le nitrate, l'ammoniac, les peptides, les acides aminés ou les produits de la décomposition.

8.3.4. Hygiène insuffisante

La contamination peut être provoquée par des personnes (germes sur la peau, les mains, les intestins, la gorge ou les coupures), la terre, la poussière, les eaux usées, l'eau de surface, le fumier et les aliments déjà altérés. Elle peut aussi avoir lieu par l'intermédiaire d'instruments mal lavés, d'animaux domestiques et de compagnie, d'animaux nuisibles ou d'animaux abattus dans de mauvaises conditions d'hygiène. La contamination après un traitement de conservation est particulièrement dangereuse : par exemple, celle d'un morceau de viande

cuit placé sur une assiette qui avait contenu de la viande crue. En fait, ces microorganismes profitent du vide biologique antérieurement provoqué par la cuisson.

Dans une unité de traitement du poisson par exemple, le personnel en charge de la manutention du poisson doit observer une bonne hygiène corporelle en se lavant soigneusement les mains à l'eau chaude et au savon après avoir été aux toilettes ou après avoir effectué un travail sale et avant de toucher les aliments, en plaçant le poisson sur des surfaces lisses facilement lavables (acier inoxydable, carreaux, pierre), en lavant régulièrement et à l'eau propre les endroits de stockage avec une solution de carbonate de sodium (soude ménagère), en lavant régulièrement les instruments utilisés, en écartant les animaux nuisibles des endroits de stockage, etc.





Chap 9. Techniques de séchage du poisson

Le séchage et le fumage procèdent d'une même méthode. Ils consistent à une diminution considérable de la teneur en eau libre du poisson. La seule différence réside dans la procédure utilisée.

Remarque :

- a. Le produit fini recherché ne peut être de bonne qualité que s'il est obtenu à partir d'un produit de départ de bonne qualité également. Cela veut dire que le poisson doit être frais sans le moindre début de détérioration. On peut utiliser un thermo-hygromètre portatif pour mesurer la température et la teneur en eau du poisson



Photo 1 : Appareils de mesure de la fraîcheur du poisson (thermomètre, hygromètre)

- b. Le poisson doit également être dépourvu de corps étrangers, c'est-à-dire qu'il doit être bien lavé. En outre, il faut éviter que pendant le transport et le débarquement les caisses de poisson soient superposées et entassées car le poisson risque d'être écrasé.

On parle de séchage lorsque l'élimination de l'eau du poisson se fait par une exposition de ce dernier au soleil. Une bonne partie de cette eau est éliminée par évaporation.

N.B. Il s'agit de l'eau libre, c'est à dire celle qui est facilement utilisable par les microorganismes : bactéries, levures, moisissures.

9.1. Séchage traditionnel

Au Burundi le Séchage traditionnel du poisson sur le sable était il ya une quinzaine d'années, une activité obligée en l'absence de bonnes structures de commercialisation du frais. C'était un moyen supposé de sauvegarder des protéines avant leur dégradation quoiqu'en réalité, il fût surtout un moyen supplémentaire de dégradation sans que les opérateurs s'en rendent compte suite aux changements physiques dus à l'environnement, à la manutention humaine, aux changements bactériens et aux températures. Donc les risques liés à l'environnement, au traitement et/ou à la transformation, à la distribution ou ceux induits par les consommateurs étaient importants sans parler de répercussions économiques négatives préjudiciables aux opérateurs de la filière. La qualité commerciale (fraîcheur, hygiène,

apparence générale, taille, couleur,) était affectée et l'innocuité des produits finis était douteuse.

C'étaient des opérations menées en général précipitamment et la chair du poisson devenait trop dure. Cette méthode était la plus répandue car exigeant moins d'investissement. Elle était plus rapide que la technique sur les claies. Le séchage se faisant à même le sol naturel, le produit qui en résultait contenait du sable et il était contaminé par le contact avec les insectes, les animaux ou d'autres matières contaminants se trouvant sur le sol. De plus, en cas de pluie les pêcheurs étaient obligés de mettre leur poisson en tas afin de le protéger avec des sacs en jute, ce qui retardait beaucoup l'opération de séchage. Pour le re-séchage, le poisson était dispersé en le jetant en l'air et le retournement comme le ramassage se faisait à l'aide d'un râteau.

Cette habitude malgré qu'elle était bien ancrée a été modifiée rapidement suite à la création d'aires de séchages surélevées et convenablement équipées qui assurent une qualité du produit et dont les retombées économiques n'ont pas tardé à se faire voir notamment par la location des claies, et le prix élevé du produit ainsi séché de loin rémunérateur et les consommateurs de plus en plus nombreux et satisfaits

Traditionnellement, le petit poisson (Ndagala) est étalé sur le sable. A des intervalles de temps réguliers, on le retourne en procédant au changement de la face exposée au soleil. L'état de sécheresse (teneur en eau) est mesuré par estimation approximative.

Bien que cette méthode permette un séchage rapide du poisson surtout lorsqu'il y a une journée bien ensoleillée, il comporte néanmoins de nombreux inconvénients, à savoir que :

- Le poisson étalé sur le sable est en contact permanent avec les poussières et les insectes du sol. Il favorise par conséquent la prolifération des microbes pathogènes ;
- Le poisson étalé sur le sable en garde une certaine quantité après le séchage. Ces particules de sable peuvent causer des accidents comme par exemple les cassures des dents et l'affection de l'appendice ;
- Le poisson peut avoir un goût désagréable ou même non consommable suite à un ensoleillement insuffisant ou bien une accélération de la vitesse de détérioration supérieure à la vitesse de séchage ;
- En cas d'ensoleillement intense, le poisson peut sécher rapidement sur les couches superficielles laquelle forme une croûte qui peut empêcher les parties profondes du poisson de sécher correctement.
- En cas de pluie, le poisson se mélange avec le sable et toute la quantité est perdue.



Photo 2 : Séchage du poisson sur le sable

9.2. Séchage amélioré

Le séchage amélioré consiste à étaler le poisson sur des surfaces propres, généralement surélevées. Le matériel utilisé comprend :

- Des claies de séchage en fil de fer ou mieux encore en acier galvanisé entourées par des cadres en bois ;
- Des supports des claies en tubes métalliques ou en bois ;
- Des bâches coulissantes pour couvrir le poisson en cas de pluie ;
- Une manivelle et un support pour bâches afin de faciliter le déroulement et l'enroulement ;
- Des surfaces cimentées et bien lavées ou bien toute autre surface qui n'ajoute aucun corps microscopique étranger.

Par journée ensoleillée, le poisson peut être séché en une seule journée. Lorsqu'il n'y a pas assez de soleil, il faut couvrir le poisson ou le rentrer et reprendre le séchage le lendemain. En général, le poisson est bien séché lorsque sa teneur en eau est comprise entre 13 et 15%. Au-delà, il peut être facilement attaqué par de nombreuses espèces de moisissures xérophiles, notamment *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, etc. Certaines de ces moisissures sont capables de produire au cours de leur métabolisme secondaire des mycotoxines dont certaines peuvent provoquer des cancers du foie ou provoquer des troubles nerveux, rénaux, ... plus ou moins graves.

N.B. : Faute d'un hygromètre, on estime qu'un poisson Ndagala est bien séché lorsqu'en le tordant il peut casser.

Comparativement au séchage sur le sable, le séchage sur claies présente de nombreux avantages. En effet :

- Le treillis suspendu égoutte aisément le poisson ;
- Les mailles du treillis permettent une meilleure aération du poisson et partant accélèrent le temps de séchage;
- Il évite l'attrapage de corps étrangers du fait de sa suspension ;
- Le poisson est protégé contre la pluie et d'autres intempéries grâce à la bâche coulissante.

N.B. La seule contrainte est que le treillis coûte cher.



Photo 4 : Séchage sur claies



Photo 5 : Bâches de protection en cas de pluie



On trouve des claies de séchage sur de nombreuses plages de débarquement au Burundi, notamment à Mvugo, Muguruka, Karonda, Rumonge, Kagongo, Magara, Gitaza, Kabezi et Kajaga. **Le Département des Eaux, Pêche et Aquaculture (DEPA), la FAO, le PRODAP ont beaucoup contribué à la vulgarisation de cette technologie au Burundi.** Plusieurs associations de pêcheurs, de femmes utilisent ces claies de séchage.

Le séchage peut se faire sur des claies inoxydables amovibles ou bien sur des claies fixes. Les claies fixes sont en divers matériaux (métalliques ou synthétiques).

Les claies fixes de séchage du poisson sont protégées des intempéries par des bâches en plastique ou divers caoutchoucs disponibles localement. Pour éviter que les grillages fixes s'abîment rapidement et que les bâches disparaissent, un gardiennage est assuré par les propriétaires. Les claies inoxydables sont régulièrement nettoyées avec des brosses.

Les claies reposent sur des supports métalliques ou en bois ou une combinaison des deux. Il en existe aussi en perches de bois d'Eucalyptus ou de bois de forêt (espèce *Brachystegia*), en

bambous ou en chevrons provenant des madriers de diverses essences de bois d'œuvre et ils sont fixés dans le sol à l'aide de béton.

Les traverses qui constituent la charpente sur laquelle sont fixés les treillis sont en divers matériaux (branches de palmeraies, bambous (*Bambousa striata*), lattes en bois divers en provenance des menuiseries ou du bois de forêt.

Les distances entre traverses varient (25 cm-60cm) et elles sont fonction du degré d'inclinaison des claies pour faciliter l'égouttage du poisson. Les treillis sont fixés à l'aide des clous sur les supports et traverses et les claies sont inclinées soit des deux côtés ou à un seul côté.

Les dimensions des claies varient de 16 à 18m de long sur 1,50-1,80m de large, 1-1,5 m de haut, soit approximativement entre 24 et 30 m². Une aire de séchage peut contenir une caisse de 80 Kg de poisson frais avec un rendement de 25-30 Kg en fonction de l'exposition au soleil et l'intensité du séchage soit 30 à 35% et les produits sont de conservation longue.

Pour combattre la rouille des treillis métalliques pour ceux qui sont oxydables, on utilise des chiffons trempés dans de l'huile de palme.

Les treillis synthétiques obtenus auprès des usines de lavage du café sont lavables à l'aide des morceaux secs de filets de pêche mais ils restent avec une humidité résiduelle dans les fils après séchage, ce qui constitue une source de contamination surtout en saison pluvieuse

La durée d'utilisation des séchoirs est fonction des matériaux utilisés et de l'entretien. Les treillis synthétiques et/ou métalliques sont rafistolés régulièrement comme le montre les images en dessous. Ils sont préférés aux treillis métalliques car ils se nettoient facilement à l'aide des chiffons en morceaux de filets de pêches et leur durée de vie est en général de plus ou moins trois ans. L'amortissement des aires de séchage des projets est de 10-15 ans.

9.3. Conditionnement, emballage, étiquetage

Lorsque l'opération de séchage est terminée, il faut ensuite conditionner le poisson séché dans un emballage imperméable à l'eau et à l'air, propre, sec et solide afin d'assurer une protection hygiénique et adéquate du produit contre toute forme de contamination mais également contre toute ré-humidification par l'air ambiant du local de stockage. On utilise généralement des sachets en polyéthylène à haute densité (HD Polyéthylène) ou mieux encore des sachets en polypropylène mais ces derniers sont chers et ne sont pas disponibles localement. Il est préférable que les sachets d'emballage soient transparents pour permettre de détecter la moindre anomalie. Bien plus, les sachets doivent être hermétiquement fermés et ce à l'aide d'une thermo-soudeuse à vide car la présence d'oxygène pourrait favoriser le développement de certains microorganismes.

Produits finis

Emballeuse

Mise en sachets



Poids net : 200 g dans des sachets en plastique et fermé hermétiquement à l'aide d'une emballeuse sous vide.

9.4. Stockage des produits finis

Sachets d'emballage



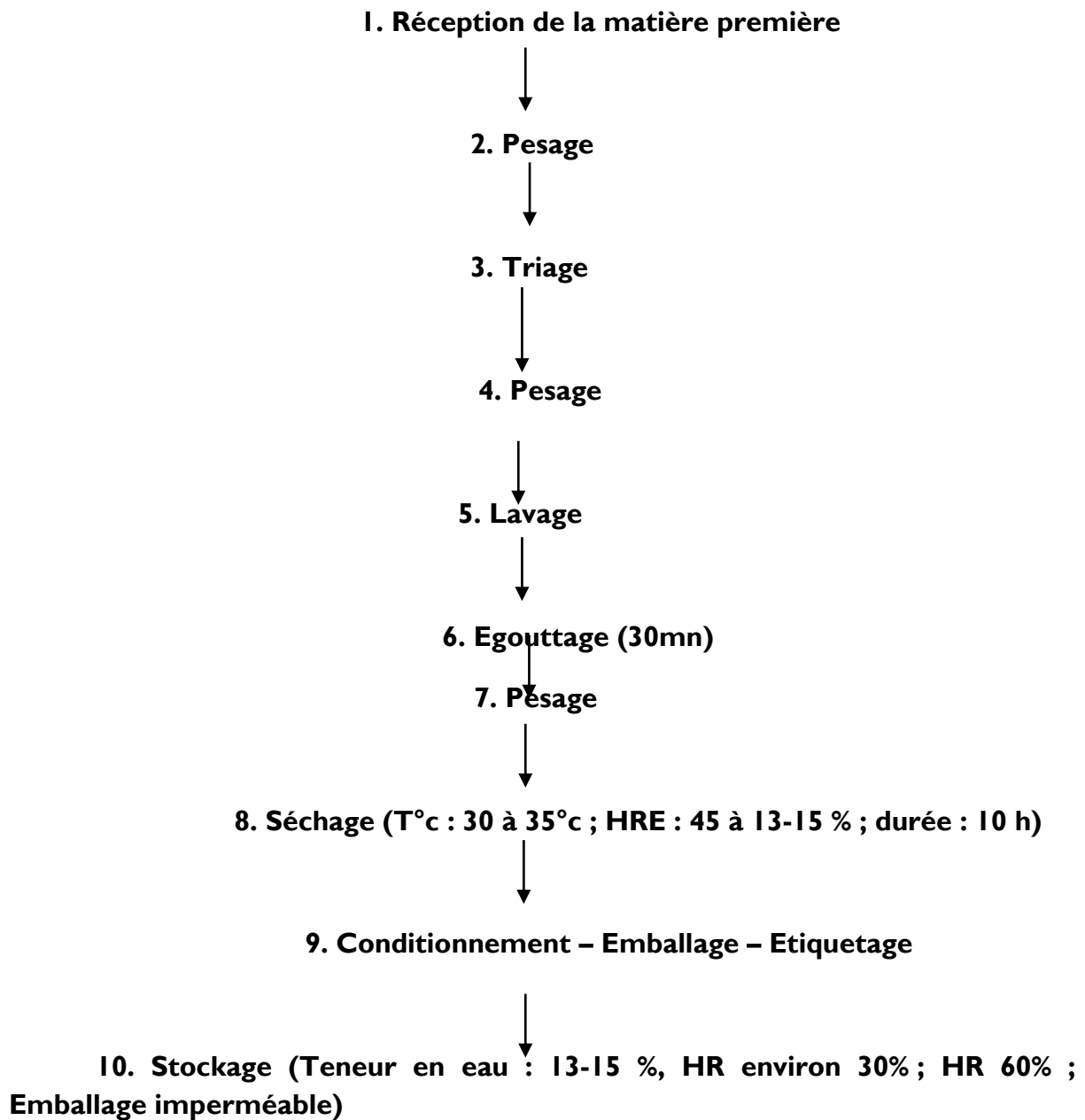
Magasin de stockage



- La température et l'humidité du local de stockage sont prélevées régulièrement à l'aide d'un thermo hygromètre ;
- Un stockage de qualité doit prendre en compte la teneur en eau du produit fini et les conditions ambiantes ;
- Un produit sec à teneur en eau proche de 20% se conservera longtemps sous un climat où HR proche de 30%, toutefois il reste sensible à l'action des insectes ;
- Un re-séchage périodique est particulièrement intéressant une fois par semaine.

Le coût d'une claie de séchage varie entre 80.000-100.000 Fbu (50-60 USD) en fonction des périodes et de la disponibilité des matériaux. Les treillis synthétiques utilisés en fibre d'éthylène sont achetés par rouleaux de 20 m ou 50 m auprès des stations de lavage du café et le mètre revient à 2.000 Fbu (1,2 USD) alors que les treillis métalliques se retrouvent dans le commerce et coûtent 6.500 Fbu/mètre (4 USD). Une aire complètement aménagée de 12 m² par exemple avec 24 claies de séchage et bâche revient en moyenne à 233.000 Fbu (144 USD).

9.5. Diagramme de fabrication : séchage du poisson



Chap 10. Techniques de fumage du poisson

10.1. Introduction

Le fumage est aussi une méthode de séchage du poisson mais pour laquelle la source d'énergie soleil est remplacée par l'énergie feu et fumée. C'est un procédé courant de conservation de la viande et du poisson utilisé depuis des millénaires dans de nombreuses régions du monde. Dans les régions tropicales, par exemple, le fumage du poisson est généralement confié aux épouses des pêcheurs.

Aujourd'hui par contre, certains fument la viande, le poisson et, dans certains cas, le fromage pour leur donner une saveur différente. La consommation d'aliments fumés est très répandue en Europe où le fumage se fait à l'échelle industrielle et par de petites entreprises spécialisées.

Dans les régions tropicales, on peut dès lors se demander pourquoi on fait du fumage alors qu'on peut avoir du soleil gratuitement.

En fait :

- Le soleil n'est pas toujours présent surtout en saison des pluies ;
- Le séchage au soleil n'est efficace que pour de très petits poissons comme le Ndagala (*Stolothrissa tanganicae*) ou le Lumpu (*Limnothrissa miodon*). Les gros poissons comme *Lates stappersii* (Mukeke), *Clarias gariepinus* (*isomvyi*), *Auchenoglanis occidentalis* (Kavungwe), *Lates mariae* (Sangala), *Lates angustifrons* (Nonzi), *Tilapia* (Ikoke) et d'autres ne peuvent pas être complètement séchés au soleil ;
- La fumée qui entoure le poisson au moment du fumage possède des vertus antiseptiques. Elle constitue par conséquent une couche de protection contre les attaques externes et permet de ce fait d'assurer au poisson plus de longévité et de durabilité.

Tout comme pour le séchage, il existe des techniques de fumage traditionnelles et des techniques qui utilisent des fumoirs améliorés. Dans certains pays tropicaux, des fours de fumage simples, faits avec des matériaux de construction naturels tels que la terre, ou les branchages sont construits en fonction de la quantité de poisson à traiter. Les fours plus complexes, destinés au traitement de quantités supérieures à 200 kg sont faits de briques et de tôles. Ils sont munis de clapets ainsi que d'un thermomètre. Quant aux fours industriels, ils disposent de générateurs de fumée indépendants et de commandes automatiques et sont fabriqués de préférence en acier inoxydable afin de faciliter le nettoyage.

Plusieurs facteurs expliquent l'efficacité de la conservation par fumage. Tout d'abord, la combustion du bois produit des substances, qui par condensation sur la surface de l'aliment, l'imprègnent et constituent une sorte de film protecteur qui empêche la multiplication des bactéries, des moisissures et des levures. Toutefois, le processus de fumage ne permet pas à lui seul de prolonger la durée de conservation du poisson et de réduire sa teneur en eau.

Le fumage de n'importe quel aliment s'accompagne toujours d'une perte de poids. L'importance de la perte de poids est fonction de la température de fumage et de sa durée, des caractéristiques spécifiques de l'aliment, de sa préparation préalable et de la taille des morceaux. On estime que les filets de maquereau fumés perdent par exemple de 35 à 40 % de leur poids total. Cette perte est moindre pour les filets de Tilapia.

Le fumage provoque une réduction de la teneur en eau de l'aliment, ce qui empêche, du moins retarde, la multiplication de microorganismes tels que les bactéries, les moisissures ou les levures. Ces substances, qui se développent principalement à partir des composantes des protéines, produisent des métabolites toxiques ou nocifs qui sont à l'origine de la dégradation de l'aliment.

La durée de conservation dépend dans une large mesure de la teneur en eau qui subsiste une fois le processus de fumage terminé. Le salage du poisson avant fumage permet de prolonger sa durée de conservation, car le sel retarde également la prolifération des microorganismes.

- N.B. Néanmoins, si les sacs de conditionnement ne sont pas hermétiquement fermés, les produits salés absorbent l'humidité de l'air en raison du caractère hygroscopique du sel et favoriseront à nouveau le développement des bactéries.

L'action conservatrice du processus de fumage est due à la carbonisation du bois, qui produit des substances phénoliques aux propriétés antibactériennes. Au cours du processus, la fumée transporte ces substances actives à la surface et à l'intérieur de l'aliment. Contrairement au poisson fumé à chaud, le poisson fumé à froid contient une grande quantité de microorganismes vivants, car les basses températures ne permettent pas une stérilisation totale du produit. Cet inconvénient peut être en partie compensé par une durée de fumage prolongée. Le processus de conservation est inefficace sur les spores de différentes bactéries, qui entraîneront ultérieurement la dégradation de l'aliment. Il convient de noter que certaines substances générées par la combustion du bois sont cancérigènes, notamment les phénols, les crésols et les aromates concentrés. Les aliments fumés doivent donc être consommés avec modération.

10.2. Préparation du poisson

Le poisson est d'abord lavé avec de l'eau propre, puis écaillé, éviscéré et débarrassé des parties impropres au fumage. Il est ensuite tranché ou fileté pour permettre une pénétration uniforme de la chaleur et de la fumée dans chaque morceau.

Avant le fumage, on peut également faire mariner le poisson lavé, entier ou découpé, dans de la saumure. Il est alors plongé dans une solution saturée à 70 – 80 % de sel (NaCl) pendant 15 à 30 minutes ou dans une solution à 10 % maintenue à faible température (5 – 8 °C) durant une nuit.

Dans les régions où l'électricité fait défaut, la saumure peut être mélangée à de la glace et conservée dans des boîtes isolantes ou en polystyrène. Il convient dans ce cas de préparer une solution saturée à 20 % et, après dissolution complète du sel, d'y ajouter une quantité égale de glace pilée.

L'opération doit s'effectuer dans des conditions d'hygiène rigoureuses. A cet effet, la glace doit être exempte de microorganismes et les boîtes doivent être nettoyées quotidiennement. La saumure doit être changée pour chaque charge, et au moins une fois par jour. Le lendemain, le poisson est rincé et mis à l'ombre pendant une courte période, afin de le sécher, et ensuite placé dans le four de fumage. Pendant toute la durée des opérations, le poisson doit être protégé des insectes. En fonction de sa taille, il sera posé sur des claies ou suspendu à des crochets ou à des broches.

N.B. Le fumage du poisson ou de la viande est parfois complété par des opérations de pré séchage ou de post séchage et/ou de salage. Dans les pays tropicaux notamment, on recourt à cette méthode pour prolonger la durée de conservation du produit et lui une certaine saveur propre aux habitudes locales de consommation.

10.3. Processus de fumage

10.3.1. Types de fumage

On distingue trois types de fumage: le fumage à froid, le fumage à chaud et le séchage en fumoir qui lui est semblable.

- Le *fumage à froid* est traditionnellement pratiqué dans les pays tempérés sur des produits de viande de porc préalablement traités (macérés dans le vinaigre, par exemple) tels que le jambon ou les saucisses fermentées. Emballés sous vide et réfrigérés, ces produits se conservent jusqu'à six mois.

Le fumage à froid du poisson se fait l'exposant pendant 4 à 8 heures, voire plus si la taille est importante, à l'action de la fumée dont la température est comprise entre 18 et 30 °C. cette température peut être portée à 35 °C pendant la dernière demi-heure de fumage. Le poisson fumé à froid doit être réfrigéré et ne se conserve guère plus longtemps que le poisson frais.

Ce procédé ne saurait être recommandé comme méthode de conservation du poisson ou de la viande dans les régions tropicales ou subtropicales, car il ne permet qu'une réduction partielle du risque de contamination bactériologique.

- Le *fumage à chaud* permet de conserver l'aliment grâce à la cuisson, à la déshydratation et à l'action protectrice des composantes de la fumée. Le poisson, soumis à une température de 65 à 95 °C, est fumé en l'espace de 1 à 4 heures, voire plus, en fonction de sa taille, du type de four et de la teneur finale en eau désirée. La température doit être élevée progressivement pour permettre la formation d'une pellicule qui enveloppera le poisson en entier ou les morceaux découpés. A défaut d'une telle précaution, le poisson se désintègre (s'il est posé sur une claie) ou tombe dans le foyer (s'il est suspendu à des crochets).

Le pré-séchage du poisson à l'ombre avant le fumage facilite la formation de cette pellicule. Le poisson peut ensuite être placé dans le four de fumage préchauffé. La pellicule tend à accentuer l'aspect brillant obtenu par le séjour dans la saumure.

Au cœur des morceaux la température doit atteindre 65 °C durant 30 minutes au moins afin de garantir la destruction des bactéries. Ce traitement thermique provoque la coagulation des protéines et la cuisson du produit. Grâce à la réduction de sa teneur en eau et à l'action antiseptiques des composantes de la fumée, le produit se conserve de 6 à 8 jours s'il est stocké à une température de 5 °C environ.

- Le *séchage en fumoir* permet d'obtenir une durée de conservation plus longue. Le poisson, qui dans ce cas, n'est généralement pas pré-salé ou saumuré, est soumis, pendant de 2 à 4 heures ou plus, à une température portée progressivement de 45 à 85 °C. ce traitement assez long permet une réduction plus importante de la teneur en eau du poisson.

Bien emballé et à l'abri de toute nouvelle contamination, le produit se conserve alors durant plusieurs semaines sans réfrigération. Tous les paramètres doivent être vérifiés et adaptés en fonction du type d'aliment et du matériel de fumage utilisé.

10.3.2. Salage du poisson

a. Salage à sec

Cette méthode consiste à faire alterner des couches de sel de cuisine et celles du poisson de manière que toute la surface du poisson externe soit en contact avec ce sel. Le mélange est mis dans un vase troué à la base pour permettre au poisson de s'égoutter.

Dosage : 1kg de sel pour 5kg de poisson

Le poisson peut passer plus d'un mois en très bon état.

b. Saumurage

Le poisson est mis dans de l'eau salée (saumure) pendant 15 minutes et avant d'être mis au four.

Nous avons des salages légers (inférieur à 10%) ; des salages moyens (entre 10-20%) et des salages forts (supérieurs à 20%).

**Préparation de la saumure
matériel**

Moment d'attente

Nettoyage du



10.3.3. Fours de fumage et fumoirs

Il existe plusieurs types de fours, en l'occurrence le four ghanéen, le four Chorkor, le four Altona ou bien des fumoirs construits à partir de vieux réfrigérateurs ou de boîtes en carton. L'utilisation d'un modèle quelconque dans les pays en développement dépend des connaissances et des habitudes locales, qui sont elles-mêmes tributaires des matériaux de construction disponibles et de la quantité de poisson à traiter.

L'introduction et la vulgarisation de fours de fumage améliorés se heurtent souvent au coût élevé imputable à l'utilisation de matériaux de construction. Ces dernières années, de nombreuses institutions et agences de développement ont mis en œuvre divers projets visant

à améliorer les fours de fumage (augmentation de la capacité, réduction de la consommation de combustible, accroissement de la solidité du matériel). Les résultats indiquent que de nouvelles améliorations techniques sont peu probables.

a. Four traditionnel

C'est une technique longtemps appliquée par nos ancêtres pour la conservation de la viande et aujourd'hui dans la conservation du gros poisson. Cette technique utilise des fumoirs traditionnels qui sont de simples trous creusés dans le sol et remplis de cendres ou bien de simples fumoirs construits avec peu d'ingéniosité.

Dans les fumoirs traditionnels :

- Les foyers sont quasi inexistants et sont souvent remplis de cendres ;
- Il n'existe pas de portillons pour réduire la consommation de bois ou autres combustibles ;
- Les ouvertures des foyers sont mal formées, ce qui réduit la durée de vie du fumoir ;
- Les briques utilisées sont de qualité inférieure et les jointures souvent mal réalisées. Il n'y a en général pas de fondation ni de chaînage supérieur, ce qui réduit une fois de plus la durée de vie du fumoir ;
- Le couvercle est fait avec une pièce d'unalite. Ce qui réduit sa durée de vie à 2-3ans.

D'autres types de fours traditionnels sont construits en argile. Le poisson est posé sur des claies en fer ou en bois ou suspendu à des broches en bois. Il (le four) peut être recouvert d'un toit de branchages de forme conique.

b. Fours de fumage faits de sections de fûts

Le poisson est posé sur une claie constituée de treillis métalliques. Une plaque perforée peut également être utilisée pour fumer le poisson en entier s'il est suspendu à des broches. La fumée peut être produite dans un conduit latéral ou dans un foyer séparé. Ces fours sont destinés au fumage de petites quantités de poisson.

c. Fours améliorés

Au Burundi, des prototypes de fumoirs abrités dont la conception et la construction ont tenu compte de la situation actuelle du pays ont été expérimentés. C'est le cas des fours utilisés au centre de pêche de Mvugo au sud du pays. Il s'agit des fumoirs : Chorkor, Altona et Parpaing.

Dans le four Altona, la chambre est faite de briques ou de briques réfractaires et munie d'un toit et de portes en tôle ainsi que d'une grille métallique au dessus du foyer. Elle contient des

tasseaux métalliques destinés à supporter les plateaux de petits poissons ou les claies auxquelles sont suspendues des morceaux de poisson ou des poissons entiers.

Le four chorkor est constitué d'enceintes de pisé. C'est celui qui présente de nombreux avantages par rapport aux autres.

En effet :

- Il est de conception plus simple et est plus solide ;
- Sa durée de vie est élevée (au moins 10 ans) ;
- Il permet plus d'économie d'énergie et une réduction substantielle de la consommation en bois de combustible ;
- Il assure une meilleure rétention de la chaleur et de la fumée ;
- Le produit fini est de meilleure qualité ;
- Le coût de construction est raisonnable comparativement aux autres types de fours.

Il existe également un type de fumoir *combiné* composé de trois chambres séparées, en briques et entôle, dont le foyer se situe à l'arrière. Chaque cheminée est équipée d'un clapet permettant de contrôler la vitesse du passage de la fumée. Lors de la manipulation des claies chargées de poisson, on ouvre le clapet de la petite cheminée afin de ne pas être incommodé par la fumée.

Fumoir Altona



**Fumoir
parpaing
Couvercles
métalliques**

Lavabo/eau





Fumoir chorkor



Mukeke fumé



10.3.4. Types de combustibles

Le bois utilisé doit être généralement semi-sec. Il est préférable d'utiliser des bois durs, car ils produisent moins de suie que les bois tendres. Les résineux, les bois peints ou enduits de vernis, les contreplaqués ou les autres matériaux composés de plusieurs bois sont à éviter, car la combustion de la peinture, des colorants, du vernis et des substances chimiques qu'ils contiennent génère des substances plus toxiques et plus cancérigènes que celle du bois pur. Pour le fumage à chaud, les chutes de bois, le bois coupé, les coques, le charbon de bois conviennent parfaitement. Le fumage à froid nécessite des copeaux ou de la sciure de bois. En fonction du type de bois disponible, on peut utiliser l'acajou, le cèdre, le goyavier, *Parinari excelsa* (Rosaceae), *Daniella thurifera* (Caesalpinaceae), *Ochthocosmus africanus* (Ixonanthaceae), *Xylopiiaethiopica* (Annonaceae), ...

L'addition d'arômes au combustible donne une saveur particulière au produit.

10.3.5. Four Thiaroye

10.3.5.1. Fonctionnement du four Thiaroye

Le fourneau à braise est destiné à porter le combustible qui servira à sécher le poisson. Insérer le fourneau dans le foyer permet de concentrer la chaleur sur le produit. Le fourneau doit s'adapter aux dimensions de portillon et est principalement constitué d'un caisson métallique de 26 cm de hauteur et un mètre de largeur. La plaque à graisse est un système de collecte de matière grasse durant la cuisson du poisson.

Elle comprend un ensemble de trous chauffés chacun par un cône sous forme de capuchon. Le trou permettra à la chaleur provenant du fourneau d'atteindre le poisson sur la claie et le cône en forme de capuchon permettra d'orienter la graisse et les excédents sur plaque.

Le répartiteur d'air est système composé de deux caissons à l'intérieur desquels sont installés des ailettes horizontales du même nombre que les claies et qui épousent parfaitement les claies de séchage empilées et disposées verticalement. Un tuyau d'air relie le fourneau et caisson de répartiteur de l'air. Ainsi, l'air chaud est brassé sur les claies à l'aide de la forge du fourneau. Concernant les combustibles, le charbon est généralement le plus utilisé notamment pour le fumage du Mukeke. Les biomasses agricoles telles que bagasses, épis ou des rafles de maïs, les tiges de mil, de riz ainsi que les sciures peuvent aussi servir de combustible. Toutefois, l'utilisation de combustibles autre que le bois et les matériaux végétaux pour le fumage des denrées alimentaires est à proscrire.



Figure : Photo du four Thiaroye au DEPA

Cette technologie de séchage du poisson contribue à réduire les risques pour la santé, accroître la sécurité sanitaire et la qualité des aliments, améliorer les conditions de travail et diminuer les pertes alimentaires dans les villages de pêcheur. Le poisson est préféré par les populations locales à d'autres sources de protéines telles que le lait, la viande et les œufs en raison de sa saveur, de ces biens nutritionnels ; de son prix compétitif sur le marché et de sa durée de conservation que oscille entre trois et six mois. Le four Thiaroye permet de réduire sensiblement les produits cancérigènes issus du fumage.

10.3.5.2. Avantages et inconvénients du four Thiaroye

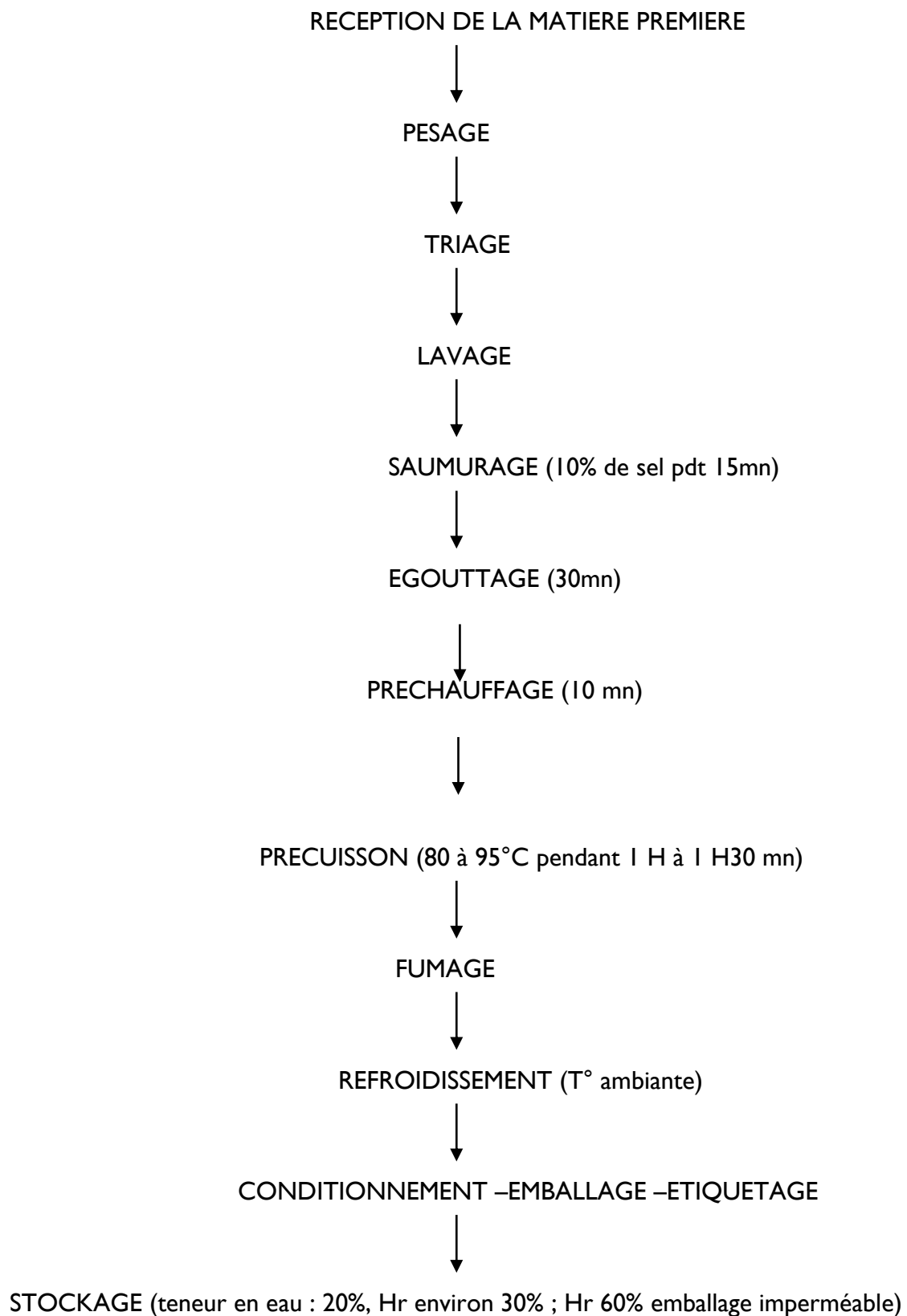
| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Le four Thiaroye permet d'améliorer les opérations de séchage et de fumage de poisson à petite échelle -Le four Thiaroye permet la commercialisation de produit de meilleure qualité et plus sûrs (à l'absence d'hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) fournissant en même temps un rendement plus élevé et des pertes après capture marginales | <ul style="list-style-type: none"> -Cette pratique au four Thiaroye se heurte cependant à des difficultés de conception même de l'équipement du fumage notamment : -La capacité réduite du four -Les pertes de temps lors du fumage |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -Il réduit la ration du charbon par poisson et sa structure facilite l'utilisation de sous-produits agricoles -L'impact environnemental et les couts d'exploitations sont diminués -Le four diminue la pénibilité du travail des femmes opératrices de pêche avec une moindre exposition des transformateurs au fumé et à la chaleur. -Il réduit les risques pour la santé, accroître la sécurité sanitaire et des aliments. | |
|---|--|

10.3.5.3. Avantages et Inconvénients du Mukeke fumé au four Thiaroye

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> -Meilleure qualité organoleptique -Prix compétitif sur le marché -Longue durée de conservation -Pas d'effet cancérigènes | <p>Le seul inconvénient est que le poisson trop sec devient cassant, s'effrite facilement et demande de grandes précautions à l'emballage ainsi que pendant le transport.</p> |

10.3.5. Diagramme de fabrication : fumage du poisson



10.3.6. Conditionnement et stockage

Nous n'aborderons dans ce cours que le stockage du poisson fumé à chaud et séché en fumoir, le processus du fumage à froid étant généralement réservé à la viande.

Les conditions de conservation et de stockage étant difficiles sous les tropiques, en particulier différents types d'insectes peuvent attaquer le poisson fumé si celui-ci est mal protégé et y causer des pertes secondaires importantes pouvant souvent atteindre 50 % dans des mauvaises conditions de stockage.

A l'échelle artisanale on peut atteindre une diminution substantielle des pertes du poisson fumé liées aux attaques d'insectes en exploitant les propriétés insectifuges de certaines plantes locales comme par exemple les feuilles de neem au Sénégal qui sont utilisées en intercalaire entre les différentes couches de poissons.

Une autre alternative consiste au traitement des magasins de stockage ainsi que des matériaux d'emballage avec des produits insecticides appropriés. A ce niveau une très grande prudence doit cependant être observée pour ce qui est du choix des produits à appliquer. Au mieux, seuls les produits ayant l'aval de l'OMS et de la FAO pour une application sur le poisson doivent être retenus. Exemple : Actellic.

L'utilisation des sacs hermétiques en plastique (polyéthylène haute densité : HDPE) qui se ferment aisément convient parfaitement au conditionnement des poissons.

L'emballage doit empêcher le contact du produit avec l'air (humidité, microorganismes) et le protéger de l'infestation par les insectes. La solution idéale est d'emballer le produit sous vide dans des sacs thermo-scellés à l'aide de thermo-soudeuse à vide.

Le poisson fumé à chaud doit être stocké à une température de 25 °C environ pour pouvoir être conservé durant deux semaines environ. Seul le poisson séché en fumoir se conserve sans réfrigération, mais il est recommandé d'utiliser le même type de conditionnement. S'il est emballé sous vide, il convient d'observer les règles d'hygiène les plus strictes lors de la manipulation afin d'éviter les intoxications par botulisme, qui sont le plus souvent mortelles. La substance toxique (toxine botulique) est produite par *Clostridium botulinum*, une bactérie qui ne se développe que dans des conditions anaérobies (c'est-à-dire dans un milieu dépourvu d'air) en produisant du gaz carbonique (d'où le gonflement de l'emballage) qui entraîne l'acidification du produit.

10.3.7. Bonnes pratiques d'hygiène dans les usines de transformation du poisson

Les ateliers sont construits en conformité avec la réglementation en tenant compte des principes généraux d'hygiène. Ils permettent de minimiser les risques de contamination.

Le principe de la marche en avant assure un bon agencement des locaux, des opérations et évite tout recoupement entre le circuit propre et circuit souillé.

-Matériel de nettoyage et désinfection

Lavabo

Produits de désinfection

Nettoyage des claies



- organisation du travail

- Une organisation simple et raisonnée de l'espace peut éviter un certain nombre de contamination ;
- Les aires doivent être facilement nettoyables, les points d'eau suffisants et fonctionnels et les secteurs séparés en fonction de leur degré de souillures, prétraitement, transformation et stockage ; l'idéal étant de respecter la marche en avant évitant le croisement des circuits propres et sales ;
- Le matériel en plastique doit être privilégié par rapport à un matériel en bois ou en métal, car son nettoyage est facile et moindres ;
- Le principe fondamental de l'hygiène, repose sur le nettoyage fréquent des aires et des surfaces de travail (applicables aux pirogues, au conteneur de stockage, aux véhicules de transport), du matériel et de tout matériaux entrant en contact avec le poisson.

CHAP II. Conservation du poisson sous glace

11.1. Pratiques de conservation du poisson sous glace

La tendance actuelle caractérisée par des coopérations régionales, la libre circulation des biens et services, déjà en cours, à travers toutes les frontières des pays concernés et la compétitivité commerciale inhérente sont aujourd'hui une réalité qui nous impose une nouvelle vision et de nouveaux comportements pour le développement de notre économie.

Le sous-secteur de la pêche et de la pisciculture n'a pas encore joué son rôle dans la contribution à l'équilibre de la balance économique, à l'amélioration de l'alimentation de la population grâce à sa chair riche en protéines et par conséquent à l'amélioration de la santé de la population de notre pays.

Etant donné que le Burundi ne peut pas travailler en vase clos, la promotion de la qualité des produits de pêche devrait représenter une grande priorité pour le gouvernement justement pour faire face à cette concurrence régionale.

La situation actuelle en matière d'assurance de la qualité des produits de pêche est déplorable et ne peut pas rassurer les consommateurs.

Les techniques de conservation du poisson pour la préservation de sa qualité ne sont pas maîtrisées. La totalité des captures des eaux du lac Tanganyika et des lacs du Nord est consommée fraîche sans aucun glaçage aussitôt après sa capture.

Les techniques de glaçage ne sont pas connues. Les méthodes de transformation du poisson telles que le fumage et le séchage sont encore d'actualité : on observe encore sur certains sites le séchage du Ndagala sur le sable ou sur des claies de séchage en tissus semblables aux sacs en jute. Des méthodes de fumage qui ne sont pas adéquates sont encore observées sur le terrain, surtout sur les lacs du Nord.

Notre pays se trouve dans une région à climat chaud, la température est entre 20 et 30 degrés Celsius au cours de l'année. Cette chaleur a donc une grande influence négative sur la l'altération du poisson.

L'introduction de la glace, utilisée depuis le bateau jusqu'à l'étal du détaillant, serait l'une des meilleures solutions les mieux indiquées pour une amélioration de la qualité des produits de pêche.

Les mesures de bonnes pratiques d'hygiène ne sont pas respectées ou connues par la population. Les lieux de commercialisation et de traitement des produits de pêche ne sont ni audités ni contrôlés avant d'être installés et durant leur existence. Ils sont mis en place sans suivre aucune norme.

Dans le sous-secteur de la pêche et de la pisciculture, la maîtrise de la qualité des produits de pêche est étroitement liée à l'amélioration des conditions d'hygiène et de manipulation de ces produits à tous les niveaux de la filière.

La situation actuelle en matière d'hygiène dans le sous secteur n'est pas satisfaisante et présente certains risques aussi longtemps qu'elle ne sera pas encore améliorée :

- la santé des consommateurs n'est pas protégée,
- la matière première n'est pas valorisée,
- la salubrité des produits halieutiques frais et transformés n'est pas assurée,
- les pertes post-capture du poisson ne sont pas réduites,
- les produits ne peuvent pas répondre aux exigences des consommateurs,
- l'approvisionnement des marchés intérieurs en produits de pêche salubres n'est pas assuré.

La maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène et l'utilisation de la glace dans le sous secteur de la pêche sont une voie sûre et obligatoire dans le processus de l'amélioration de la qualité des produits de pêche au Burundi. La conservation sous glace du poisson directement après sa capture permet d'éviter les pertes de sa qualité causées principalement par le développement bactérien à de température élevées. Avec la glace, le poisson garde toute sa fraîcheur.

11.2. Quelques caractéristiques du poisson

11.2.1. Composition nutritionnelle du poisson

Le poisson est un aliment aussi nutritif que la viande et plus digeste. La chair du poisson possède une excellente valeur nutritionnelle, elle est riche en :

- protéines de haute valeur biologique à un taux relativement élevé (15 à 24%);
- vitamines (A et D surtout);
- oligo-éléments (iode surtout).

La partie comestible du poisson ne représente que 45 à 50% du poids du poisson entier et comprend :

Tableau n°1 : composition nutritionnelle du poisson

| Paramètre | % |
|----------------------|--------|
| Eau | 60-80 |
| Protéines | 15-24 |
| Matières grasses | 0.1-22 |
| Substances minérales | 0.8-2 |

Le poisson consommé avec les arêtes fournit à l'organisme du calcium sous forme de phosphates facilement assimilables.

11.2.2. Composition bactérienne

Dans son milieu naturel, le poisson porte sur lui et en lui des micro-organismes qui vivent en symbiose ou en parasites avec lui. On en rencontre sur toutes les surfaces externes (peau et branchies) et dans les intestins. D'une manière générale, sur un poisson vivant on peut dénombrer :

Tableau n°2 : composition bactérienne du poisson

sur les branchies 10³ à 10⁹ germes/g

dans les viscères 10³ à 10⁹ germes/g

sur la peau 10² à 10⁷ germes/g

Les muscles du poisson vivant ou fraîchement capturé sont indemnes de microorganismes, et les germes endogènes ne les détériorent pas.

11.2.3. Le poisson : un produit très périssable

Une fois hors de l'eau le poisson meurt, et le processus de décomposition commence si des précautions ne sont pas prises depuis la pêche jusqu'à la consommation.

Exemple : le barème de cotation de la fraîcheur du *Lates stappersii* (MUKEKE)

Actuellement, il n'existe pas de normes sur les produits spécifiques de pêche au Burundi. Très récemment, un document sur les directives pour l'évaluation sensorielle de la fraîcheur du poisson dans le cadre du COMESA a été élaboré mais le problème est que les poissons du Burundi ne figurent pas sur la liste.

L'évaluation de la fraîcheur du poisson est une étape importante dans l'assurance de la qualité du poisson. Cette activité permet de déterminer à l'avance la qualité de la matière première à la réception des usines ou simplement des unités de transformation telles qu'elles existent chez nous. L'état dans lequel se trouve la matière première avant la transformation influence beaucoup sur la qualité du

produit fini. Les barèmes de cotation du Mukeke ci-dessous ont été établis par une équipe multidisciplinaire des techniciens provenant des services de recherches (CNTA, BBN), des pêcheurs, des transformateurs de poisson et des services publics qui interviennent dans le sous-secteur de la pêche et de la pisciculture.

Tableau n°3 : barème de cotation de la fraîcheur du Mukeke

Catégorie de fraîcheur

Critères Extra A B Non admis

I. Aspect

a. Peau :

- Pigmentation vive et chatoyante, pas de décoloration, mucus aqueux, ventre blanc métallique
- Pigmentation vive avec premiers signes de décoloration, ventre blanc métallique
- Pigmentation en voie de décoloration, ventre blanc métallique

b. Œil :

- Convexe, cornée transparente, pupille noire brillante
- Convexe, cornée transparente, pupille brillante
- Concave

c. Branchies :

- Rouges, pas de mucus
- Rouges, premières traces de mucus,
- Rouges Bordeaux, mucus

d. Chair (coupure dans l'abdomen)

- Cireuse, lisse, translucide
- Cireuse avec apparition de tâches de sang
- Cireuse avec du sang

e. Couleur le long de la colonne vertébrale

- Noire
- Noire avec une coloration rose

2. Etat

- Chair ferme et élastique
- Elasticité diminuée, légèrement flasque,
- Elasticité diminuée, molle
- La colonne vertébrale se brise au lieu de se détacher

3. Odeur

- Branchies, peau, cavité abdominale : odeur d'algue d'eau douce
- Ni d'algue, ni mauvaise,
- Légèrement putride

11.3. Pourquoi employer de la glace pour refroidir le poisson?

Grâce aux avantages qu'elle présente et surtout que l'on sait qu'un bon glaçage permet de garder le poisson frais et présentable jusqu'à sa mise en vente.

- A un très grand pouvoir réfrigérant
- Inoffensive c'est-à-dire sans danger
- Transportable
- Bon marché
- Apte à refroidir le poisson car une réfrigération rapide est possible.
- Disponible et en quantité suffisante
- Permet de maintenir des températures très précises
- Conserve l'humidité du poisson et le débarrasse des bactéries en fondant
- Les achats peuvent être effectués en fonction des besoins.

11.4. Pourquoi ne pas employer d'autres méthodes de réfrigération?

Il existe d'autres méthodes de réfrigération du poisson mais qui ne donnent pas des résultats aussi satisfaisants que la glace. Ces méthodes sont entre autres :

- l'immersion du poisson dans de l'eau réfrigérée
- le passage d'un courant d'air froid au-dessus du poisson
- l'utilisation de l'eau de mer glacée.

D'autres méthodes sont encore plus chères et ne sont pas facilement accessibles à tout pêcheur : il s'agit par exemple des réfrigérateurs qui sont disponibles sur le marché mais qui coûtent trop cher.

11.5. Les causes de l'altération du poisson

L'altération du poisson résulte d'une série de modifications principalement d'origine enzymatique, bactérienne et chimique qui surviennent juste après sa mort. Il existe quatre phases de l'altération du poisson :

Phase 1. Altération organoleptique

Juste après sa capture, le poisson est très frais et a un goût fin, doux et spécifique. La détérioration est minime et se limite à une faible perte de goût et de l'odeur caractéristique.

Phase 2. Altération auto-lytique (action des enzymes)

Le poisson perd nettement son odeur et son goût naturel. La chair est neutre et ne sent pas mauvais, la texture reste agréable.

Phase 3. Altération bactériologique (bactéries)

Le poisson commence à montrer des signes d'altération. Il a une odeur complètement anormale qui va du rance au pourri. La texture s'est beaucoup détériorée, et la chair est devenue molle et aqueuse, ou au contraire dure et sèche.

Phase 4. Altération bactériologique avancée

Le poisson est avarié, putride et impropre à la consommation. Les enzymes du poisson restent actives même après sa mort et provoquent des modifications de la saveur du poisson dès les premiers jours d'entreposage de ce dernier.

Les bactéries capables de provoquer une altération des tissus du poisson sont présentes dans les ouïes, dans le mucus superficiel et dans les intestins du poisson vivant. Elles sont encore, à ce moment, inoffensives car le poisson en bonne santé résiste beaucoup et les empêche d'agir.

Après la mort du poisson, ces organismes envahissent ses tissus par les branchies, le long des vaisseaux sanguins, la peau et la paroi de la cavité abdominale. Le poisson commence alors à s'altérer très rapidement.

Des réactions chimiques entre l'oxygène de l'air et la graisse que contient la chair de certaines espèces de poisson produisent des odeurs et des saveurs de rance.

La décomposition qui est en même temps un processus de détérioration du poisson intervient après sa mort et on conseille de réfrigérer le poisson directement après sa capture afin de ralentir ce processus et de prolonger la durée pendant laquelle le poisson demeure comestible.

La meilleure façon de conserver le Mukeke et le Ndagala est sans doute de prendre à bord de la glace. Les poissons capturés sont directement lavés à l'eau propre et mis sous glace pour garder plus longtemps leur état initial de fraîcheur.

11.6. Effets de la température sur la décomposition du poisson

Il est très important de refroidir rapidement le poisson et de le maintenir au froid. La vitesse à laquelle les bactéries se multiplient dépend de la température. C'est un élément plus important de la vitesse d'altération du poisson. Plus la température est élevée, plus les bactéries prolifèrent en se nourrissant de la chair du poisson mort.

Afin de garder longtemps le poisson, il faut soit : le congeler, le refroidir, le mettre sous glace.

La congélation du poisson se fait entre -18 et -35°C. A cette température, si le poisson est gardé en frigorifique, les bactéries sont détruites ou totalement inactivées et les réactions chimiques ne se font alors très lentement. Le poisson reste salubre pouvant même se conserver plus longtemps.

Si le poisson n'est pas congelé, il est très difficile de le conserver à une température très basse afin de bloquer l'activité bactérienne. Le poisson commence à se congeler à -1°C et il est conseillé de le garder sous une température proche de celle-là afin d'éviter sa décomposition. La meilleure façon, et la plus simple, d'y parvenir consiste à employer la glace en abondance fabriquée avec de l'eau douce propre.

Un abaissement de la température empêche les réactions chimiques qui provoquent

l'altération du poisson. Le poisson maintenu à 5°C s'altérera à un taux qui est de 2,25 fois plus rapide qu'à 0°C ou 1 jour d'entreposage à 5°C équivaut à 2,25 jours d'entreposage à 0°C. A une température d'entreposage de 10°C, le taux d'altération est multiplié par 4.

11.7. Durée de conservation du poisson sous glace

La durée de conservation du poisson sous glace dépend de plusieurs facteurs :

- la température de stockage

De nombreuses bactéries ne se développent pas à des températures inférieures à 10°C et même les plus tolérantes au froid ont des phases de latence et un temps de génération plus long au voisinage de 0°C.

A partir de 0°C, la durée de conservation du poisson diminue de plus de la moitié si la température augmente de 5°C (de 15 à 6jrs) et plus de sept fois si on l'augmente jusqu'à 15°C (de 15 à 2 jrs).

- la manutention à bord

Les mesures d'hygiène doivent être rigoureusement appliquées car on a vu plus haut que le processus de détérioration du poisson commence directement après sa mort. La manutention à bord doit susciter une attention particulière relative à la mise en pratique des mesures d'hygiène :

- nettoyer obligatoirement le matériel et les équipements de pêche comme les bateaux, les caisses et l'utilisation de la glace propre,
- tenir le poisson par la queue ou par la tête,
- éviter l'empilement sur une grande hauteur,
- se munir de la glace en quantité suffisante,
- ne pas mettre le poisson par terre,
- arrimage convenable des caisses.

- la manipulation du poisson après sa capture

Lorsque le pêcheur tire son filet, il ne sait pas encore s'il va attraper des poissons de même espèce ou de même taille. C'est pourquoi, il est conseillé de faire certaines opérations comme le triage, la saignée, l'éviscération et le lavage du poisson peu après la capture.

- la méthode de capture

Des méthodes de pêche prohibées comme celle à la frappe et celles qui se caractérisent par une manutention brutale font que le poisson capturé ne soit pas de bonne qualité.

Cet état que présente le poisson dès le départ accélère le processus de décomposition et cela va influencer de façon négative la durée de sa conservation sous glace. Il est connu que le poisson pêché à la ligne se conserve plus longtemps que celui pêché au chalutier.

- l'emplacement du lieu de pêche

Les poissons capturés dans certaines régions dégagent des odeurs désagréables dues parfois à l'alimentation du poisson. Le consommateur considère souvent que de tels poissons ne sont plus comestibles et refuse de les acheter. Ces poissons peuvent être caractérisés par des fortes teneurs en substances capables d'accélérer le processus d'altération chez le poisson (urée).

- la saison

Le cycle de reproduction du poisson qui a lieu au cours d'une saison bien déterminée influence beaucoup la durée de conservation du poisson.

- la teneur en lipides

Les espèces grasses stockées en présence d'air se dégradent plus vite que les espèces maigres à cause de la rancidité qui se manifeste plus tôt que l'altération bactérienne lorsqu'elles sont à basses températures.

- la taille

Les gros poissons se conservent plus longtemps que les petits poissons.

- la forme

Les poissons ayant une forme plate se conservent mieux que les ronds. Mais il s'avère nécessaire de préciser qu'il n'y a jamais une explication scientifique relative à la durée de conservation par rapport à la taille et à la forme du poisson.

11.8. Calcul de la durée d'entreposage

Autrefois, la durée d'entreposage était calculée sur base d'une règle générale qui disait que la prolifération bactérienne et le taux d'altération doublent chaque fois que la température augmente de 5°C.

En utilisant cette formule, on voit que le poisson maintenu à 5°C s'altérera à un taux qui est de 2,25 fois plus rapide qu'à 0°C ou 1 jour d'entreposage à 5°C équivaut à 2,25 jours d'entreposage à 0°C. A une température d'entreposage de 10°C, le taux d'altération est multiplié par 4.

La durée d'entreposage dépend beaucoup de la température sous laquelle le poisson est entreposé et ne dépasse pas généralement 14 jours même s'il s'agit de l'entreposage sous glace.

11.9. Techniques de glaçage du poisson

11.9.1. Matériel

- caisses isothermes en bois

- caisses en plastique
- caisses en polyéthylène
- gants en plastique (qui n'absorbent pas d'eau)
- balances (moyennes et petites) de 0 à 100kg
- petites pelles en plastique pour le ramassage de la glace
- seaux en plastique

11.9.2. Ratio glace/poisson

Ce ratio est obtenu après plusieurs essais qui sont réalisées sur terrain. Les besoins en glace sont déterminés une fois la quantité nécessaire pour réfrigérer les poissons et celles pour les maintenir à la température de réfrigération pendant toute la période d'entreposage sont connues.

Etant donné que nous nous trouvons dans un pays à climat tropical humide, le ratio glace/poisson est de **1 :1** tandis que dans un pays chaud le ratio est **2 :1**. Cependant, il faut toujours prévoir une réserve de glace pour remplacer celle qui fond au cours l'opération

11.9.3. Techniques d'arrimage du poisson et de la glace

La glace doit être correctement utilisée pour fournir un refroidissement efficace et rapide. Le poisson doit être totalement entouré et pleinement en contact avec la glace qui se présente en tous petits morceaux. La glace et le poisson doivent être régulièrement et soigneusement répartis. Il ne faut pas bourrer les caisses afin de ne pas écraser la chair du poisson.

Le poisson et la glace sont rangés dans des caisses en couches alternatives du fond au niveau maximal requis. La première couche est celle de la glace. Cette couche doit être la plus épaisse par rapport aux autres afin de protéger le produit contre toute infiltration de chaleur venant de l'extérieur et de l'intérieur de la caisse. **Elle exige 50% de la quantité totale.**

Le poisson sous glace peut être rangé de deux manières : sur coté et sur le ventre.

Chaque type d'arrimage a ses avantages et ses inconvénients : Le poisson rangé sur le coté se conserve mieux que celui sur le ventre parce que il résiste mieux au poids de la glace, occupe une petite place.

Les techniques d'arrimage et de glaçage de poisson :

- Préparer le matériel
- Peser le poisson
- Peser la glace
- Disposer le poisson sous glace en couches
- Mettre une 1ère couche de glace épaisse (3-5cm) puis alterner glace-poisson- glace

11.9.4. Modèle courant de caisse à poisson

Méthode déconseillée

La caisse est remplie de poissons qui sont entassés sans être entourés de glace.

Lorsqu'on met de la glace, elle est en très petite quantité et est uniquement déposée sur le poisson qui est au dessus. Le poisson n'est pas refroidi, au contraire le développement bactérien est en cours.

La perte de qualité pour ce produit est incontournable.

Méthode conseillée

Le poisson est mis en caisse en couches superposées intercalées de glace, avec une couche de glace assez importante dans le fond et sur le dessus de la caisse.

La glace recouvre complètement le poisson et permet une réfrigération optimale.

N.B Le poisson à congeler est déposé dans le congélateur après l'avoir mis en marche.

- Eviter d'ouvrir le congélateur de façon répétitive.
- Ne pas laisser le congélateur à la portée des clients ou d'autres personnes étrangères.

11.10. Température et durée de refroidissement

Plus le gradient est faible, plus lentement passe la chaleur et plus le refroidissement est long. Plus la couche de poissons sous glace est petite, plus la durée de refroidissement est courte. Un contrôle final à la fin de chaque période d'entreposage est indispensable et permet de :

- vérifier que la quantité de glace a bien été utilisée
- vérifier que la glace restante est répartie de manière uniforme
- indiquer le poids de la glace restante dans chaque récipient
- surveiller les températures des poissons en tenant compte de l'endroit où se trouvent les récipients par rapport à la pile.
- changer si nécessaire les méthodes d'utilisation de la glace (rapport poisson/glace), ajuster la capacité des récipients
- La vitesse de fusion de la glace est plus rapide dans les pays tropicaux car le climat y est plus chaud.

11.11. Economie de la glace et préservation de la qualité du poisson

- Par isolation des caisses de transport de poissons

L'isolation des caisses de transport de poissons a pour rôle de réduire le taux de fusion de la glace en cours d'entreposage et d'abaisser les besoins en glace tout en

maintenant la fraîcheur adéquate du poisson.

- Par pré - réfrigération des caisses de poissons ou stockage dans un endroit ventilé

Les caisses vides ou remplies sont une source de chaleur qui influe sur la fusion de la glace et donc augmente les besoins en glace. C'est pourquoi, en pratique, les caisses qui sont utilisées pour transporter du poisson sous - glace doivent provenir des endroits réfrigérés afin de devenir plus efficaces. On sait bien que les caisses de poissons entreposées dans des endroits réfrigérés ou tout simplement isolées utilisent des quantités de glace négligeables, c'est pourquoi on conseille de déposer le poisson sous glace dans ces endroits dès l'arrivée à destination.

N.B. Eviter d'exposer les caisses de poissons sous le soleil ou là où les rayons lumineux pénètrent facilement.

Projet de développement de la filière de commerce de poisson sous glace au Burundi

Direction des Eaux, Pêches et Pisciculture Page 25

CHAPITRE 12 : Hygiène dans les poissonneries et autres points de vente et de stockage du poisson

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) sont le point de départ pour la maîtrise de la qualité. Leur mise en place doit être basée sur quatre éléments principaux :

- les bâtiments
- le personnel
- l'équipement
- l'environnement immédiat

L'hygiène en général a pour but de protéger la santé des populations et sa mise en œuvre par le personnel de chaque partenaire est une condition préalable dans la promotion de la qualité du poisson. En plus de la propreté de toutes les infrastructures, des équipements et du matériel, les règles élémentaires d'hygiène corporelle doivent être appliquées par toute personne en contact direct avec le poisson.

Chacun doit savoir exactement quand il faut se laver les mains et comment se laver les mains.

Le fonctionnement des BPH est basé sur le principe **des 5M et celui de la marche en avant**.

Le principe des 5M recommande de maîtriser la qualité des :

- matières premières
- matériels
- milieux
- méthodes
- main d'œuvre

Le principe de la marche en avant préconise d'éviter le croisement des produits d'une zone sale et ceux d'une zone propre pendant la production. S'il y a déplacement, toujours du secteur plus propre au plus sale.

11.1. Hygiène des poissonneries et des boutiques

Afin de limiter les principaux risques de contamination des produits de pêche dans les poissonneries et les boutiques de vente / stockage, la maîtrise des procédés de nettoyage et de désinfection est obligatoire. Un programme d'entretien doit être mise en place : établir la liste de ce qui doit être entretenu, personne responsable, la fréquence et la méthode d'entretien. Ces caisses améliorées doivent également subir un programme de nettoyage et désinfection :

- rinçage à l'eau potable
- nettoyage au détergent
- rinçage intermédiaire
- désinfection
- rinçage final

Le nettoyage permet d'obtenir une propreté visuelle. On utilise un produit nettoyant appelé détergent.

La désinfection permet d'obtenir une propreté microbiologique. On utilise un produit désinfectant.

Quatre paramètres sont à maîtriser pour réaliser un bon nettoyage (TACT) :

- **T**- temps d'application du détergent
- **A**- action mécanique
- **C**- concentration (dosage) du détergent
- **T**- température d'action

- **Matériel de nettoyage et désinfectant**

- Savon liquide ou en poudre (détergent)
- désinfectant : eau de javel
- balai, brosse, torchons, raclette, poubelle, essuie-mains
- bassines, seaux

- **Plan de nettoyage**

Les bâtiments doivent avoir de l'espace suffisant pour permettre la circulation libre des personnes et des biens. Ils doivent être bien aérés et régulièrement nettoyés et désinfectés. Des lieux d'aisance avec adduction d'eau et des vestiaires sont exigés dans ces endroits.

Les caisses améliorées qui sont recommandées doivent avoir des surfaces faciles à nettoyer, lisses, non corrosives, non absorbantes, non toxiques et exemptes de fissures. On conseille d'utiliser du matériel en acier connu d'être inoxydable ou en plastique. Il est interdit d'employer du matériel en aluminium, en bois et en verre. De manière générale, les caisses isothermes portables ou fixes (pour le stockage) présentent les caractéristiques suivantes :

- elles sont conçues pour être embarquées sur des véhicules de tailles différentes. Elles doivent présenter les caractéristiques utiles à la manutention des captures à bord, à leur stockage et à leur transport à terre.
- elles supportent une manutention relativement brutale
- elles ont un orifice de vidange permettant l'écoulement de l'eau de fusion
- elles sont fabriquées dans des matériaux faciles à nettoyer
- elles sont de taille suffisante pour pouvoir y stocker les captures sans les tordre ou les plier
- on peut les déplacer à la main
- les modèles portables doivent être empilables et conçus pour que le poids des caisses supérieures repose sur celles d'en dessous et sur le poisson qu'elles contiennent
- elles sont fabriquées dans des matériaux légers
- elles sont résistantes
- elles ont un bon pouvoir isolant qui empêche les infiltrations de chaleur, les poussées de température dans le poisson et la fusion trop rapide de la glace

- la profondeur de la caisse est conçue de manière à éviter l'écrasement des couches de poisson au fond de la caisse ; la caisse ne doit donc pas être profonde. Elle est de construction simple et la surface isolante doit occuper le minimum de place.

Exemple d'isolants communément employés et recommandés : les copeaux de bois, la sciure, la paille, l'air.

La glace à utiliser pour la conservation du poisson doit être produite avec de l'eau propre. En plus, il faut éviter le stockage de la glace dans des conteneurs sales.

La glace ne peut en aucun cas être déposée par terre ni manipulée par des personnes n'ayant pas lavées leurs mains avec du savon.

Le matériel utilisé pour le ramassage de la glace doit être bien nettoyé et désinfecté avant l'utilisation.

Les congélateurs utilisés doivent être propres. Ils sont concernés par le programme de nettoyage et de désinfection avant chaque début de congélation.

Le poisson à glacer doit être lavé à l'eau potable. On ne peut en aucun cas laver le poisson avec l'eau du lac Tanganyika se trouvant près des grandes agglomérations car elle est souvent de mauvaise qualité. Il faut aussi éviter l'empilement du poisson dans les caisses ce qui empêche souvent la mise en pratiques des mesures d'hygiène, ne pas l'exposer aux intempéries (soleil, pluies).

Le personnel doit disposer d'une tenue de travail propre répondant aux normes exigées : gants, blouses salopettes, cache nez, bottes.

La personne qui manipule le poisson doit obligatoirement laver ses mains avant chaque opération. Les règles élémentaires d'hygiène corporelle doivent caractériser chaque vendeur de poisson.

Il s'agit :

- Se laver les mains avec du savon de préférence liquide et les sécher avec un
- Essuie-mains à usage unique,
- Soigner et couvrir toute blessure avec un pansement étanche,
- Retirer les bagues et bijoux considérés comme des réservoirs de microbes et
- Empêcher un lavage efficace,
- Laver les mains avant et après chaque manipulation du poisson
- Bien veiller à maintenir les mains propres,
- Éviter de manger, de fumer, de cracher et de se moucher dans les poissonneries et
- Les boutiques

- Quand se laver les mains ?

- Avant de commencer le travail
- Avant de mettre les gants jetables
- Après chaque absence au lieu de travail
- Après passage aux toilettes
- Après chaque pause (après avoir bu, mangé et fumé)
- Après avoir touché un objet « contaminé »
- Après des gestes naturels comme se moucher, tousser, éternuer,....
- Après avoir manipulé des déchets, emballages, caisses

- Entre la manipulation d'un aliment cru et un aliment cuit

- Comment se laver les mains ?

- Mouiller les mains et poignets avec de l'eau chaude
- Appliquer le savon (bactéricide)
- Savonner vigoureusement les mains pendant une quinzaine de secondes (paumes, Dos des mains, entre les doigts, sous les ongles, les poignets)
- Brosser les ongles à l'aide d'une brosse en nylon
- Rincer abondamment à l'eau courante
- Essuyer à l'aide de papier à usage unique de préférence pour un lavage des mains efficace

11.2. Hygiène pendant le transport

Tout le matériel et équipement de transport doit être propre avant chaque opération de transport du produit. Le programme de nettoyage et désinfection doit être appliqué rigoureusement pour les caisses et les véhicules.

11.4. Hygiène sur les lieux de vente

Il faut éviter de déverser les déchets aux alentours immédiats des lieux de vente. On sait aussi que les saletés et les eaux stagnantes attirent les mouches qui peuvent contaminer le produit, on recommande de vider et d'entretenir les dépotoirs se trouvant dans ces endroits.

Des canaux d'évacuation et des lavabos remplissant les normes doivent être installés. Les infrastructures qui abritent les lieux de vente, les équipements et le matériel utilisés pendant la vente doivent être maintenus propres.

11.4. Hygiène des lieux d'entreposage

Les lieux d'entreposage doivent remplir les normes : local dallé et compartimenté, aéré, sec, propre et de capacité appropriée.

Ce local est conçu pour garder les emballages, le matériel de parage, de nettoyage et de désinfection. Un entrepôt doit être régulièrement nettoyé et désinfecté.

11.5. Hygiène des emballages

L'emballage doit être approprié au produit à emballer. Il doit être solide, sec, propre, non déformable, imperméable, facile à manipuler et empilable. Les emballages doivent être stockés dans des locaux appropriés.

Il faut éviter d'emballer le produit à même le sol. Cela peut favoriser sa contamination, ainsi que la présence de corps étrangers.

La qualité du produit est meilleure lorsque l'opération d'emballage est effectuée sur une plate-forme ou une table. Les emballages permettent d'assurer une protection adéquate du produit contre toute forme de contamination extérieure et contre l'humidité de l'air.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Gopakumar, K. (2002). *Text Book of Fish Processing Technology*. Indian Council of Agricultural Research (ICAR). New Delhi, India.
2. Hall, G. M. (2011). *Fish Processing – Sustainability and New Opportunities*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
3. Venugopal, V. (2006). *Seafood Processing: Technology, Quality and Safety*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
4. Touati, H. (2024). *Technologie des produits d'origine animale*. Université de Guelma, Guelma, Algérie.
5. Simpson, B. K. (2015). *Processing and Preservation of Seafood*. Academic Press, London, UK.
6. Schlechtriem, C., & Regensteijn, J. M. (2018). *Seafood Science: Advances in Processing, Preservation, and Quality Assessment*. Springer, Cham, Switzerland.
7. Sriket, P., & Benjakul, S. (2013). Biochemical composition and quality changes of fish during storage. *Food Chemistry*, 138(2), 665–674.
8. Calder, P. C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1851(4), 469–484.
9. Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 226(6), 674–688.
10. Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2005). Changes in physicochemical properties and protein denaturation of fish during frozen storage. *Journal of Food Science*, 70(1), R21–R31.
11. FAO. (2023). *Manuel de formation sur la transformation des produits aquatiques*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.
12. FAO. (2023). *Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation*. FAO Food and Nutrition Paper, Rome, Italie.
13. FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome, Italie.
14. WHO/FAO. (2003). *Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases*. WHO Technical Report Series 916. Geneva, Switzerland.
15. Touati, H. (2020). *Étude sur la transformation et la conservation du poisson dans le bassin méditerranéen*. Thèse de doctorat, Université de Guelma, Algérie.
16. Koussou, M. (2019). *Impact des techniques de congélation sur la qualité des poissons tropicaux*. Mémoire de Master, Université de Lomé, Togo.
17. FAO Fisheries and Aquaculture Department. (2025). *Fishery and Aquaculture Statistics*. Retrieved from <http://www.fao.org/fishery/statistics>

.....FIN.....