

Stockage des poissons fumés et ou séchés : cas de *Oreochromis niloticus* " Fiha saly " malgache

Elia Njara NDRIANAIVO^{1*}, Josiane CORNET², Mireille CARDINAL²,
Louissette RAZANAMPARANY¹ et Jean-Pascal BERGE^{2,3}

¹ *Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition,
DBFA, Université d'Antananarivo, BP 906, Madagascar*

² *Laboratoire BIORAP^{HE}, IFREMER Nantes, France*

³ *IDMer, Lorient, France*

* Correspondance, courriel : nnjara@yahoo.fr

Résumé

Au cours du stockage des poissons fumés/séchés, différentes réactions biochimiques peuvent intervenir et conduire à la non-acceptabilité ou rejet des produits. Pour déterminer ces changements, le pH, la teneur en eau et le nombre de moisissures ont été suivis sur des poissons fumés/séchés entreposés pendant 6 mois. Des tests sensoriels ont également été menés pour évaluer la qualité des produits. Les infestations ainsi que les pertes qui y sont liées ont été estimées en comptant les insectes et en pesant des lots de poissons au cours du temps. La variabilité de la qualité du poisson fumé/séché en fonction de la période d'achat et de stockage a également été intégrée à notre sujet d'étude. Les réactions biochimiques sont surtout des phénomènes d'oxydation qui se traduisent par une diminution du pH et le dégagement d'odeurs d'altération telles que rance (> 1,5 sur 3), soufrée, acide et moisi. L'apparition de moisissures (1 à 36 UFC/g), due à la réabsorption d'eau par le poisson, contribue à cette dégradation olfactive mais également visuelle. Au-delà de 90 jours de stockage, le poisson fumé-séché acheté en saison sèche commence à être rejeté (note > 2 sur 3), tandis que le poisson acheté en saison humide est à la limite de l'acceptabilité (note 2 sur 3), comme au début du stockage. Jusqu'à 90 jours d'entreposage, les pertes sont causées principalement par l'infestation d'insectes et varient entre 10 et 60 %. Une teneur en sel de 8 % semble être efficace contre l'infestation mais contribue à la détérioration du produit lorsqu'il est stocké à des humidités relatives supérieures à 65 %.

Mots-clés : *poissons fumés/séchés, stockage, qualité organoleptique, infestation des insectes, saison humide, saison sèche.*

Abstract

Storage of smoked/dried fishes : case of *Oreochromis niloticus* "Fiha saly" from Madagascar

During storage of smoke-dried fish, various biochemical reactions can occur; they will result in product acceptability or rejection. To determine these changes, pH and humidity were measured and molds were counted on smoke-dried fish stored for 6 months. A sensory analysis was also conducted to assess the quality of the products.

Infestations and losses linked to it have been estimated by counting the insects and weighing of fish batches over time. The variability in the quality of smoke-dried fish depending on the time of purchase and storage was also integrated with our study. Biochemical reactions are mainly oxidation phenomena which result in a decrease of pH and release of spoilage odors such as rancid odor ($> 1.5/3$) or sulfur, acid and moldy odors. The growth of mold (1- 36 CFU / g) due to the reabsorption of water by fish contributes to this olfactory and visual spoilage. Beyond 90 days of storage, smoke-dried fish bought in the dry season begins to be rejected ($> 2/3$), while the fish bought in the wet season is at the limit of acceptability ($2/3$) even at the beginning of storage. During the first 90 days of storage, the insect infestation generates between 10 and 60 % of losses. A salt content of 8 % appears to be effective against the infestation but contributes to the deterioration of the product when stored in rooms with higher than 65 % relative humidity.

Keywords : *smoked/dried fishes, storage, sensory quality, insect infestation, wet season, dry period.*

1. Introduction

Le fumage associé au séchage est utilisé par les pêcheurs malgaches pour éviter les pertes dues à la détérioration du poisson frais. Madagascar produit 5900 tonnes de poissons fumés et/ou séchés par an selon le ministère de la pêche et des ressources halieutiques (2011). Le fumage se pratique sur des poissons éviscérés, ouverts puis disposés sur un treillis métallique à 30 cm des braises [1]. Le séchage se fait au soleil sur les toits des habitations. Les poissons fumés/séchés entiers sont destinés à la fabrication de bouillon ou de sauce accompagnant le riz. Les poissons fumés/séchés se conservent de 2 semaines à plusieurs mois selon la saison [1]. Les conditions de stockage déterminent en partie la durée de vie des produits et donc l'acceptabilité du produit. Bien que le poisson fumé/séché soit consommé par la plupart des ménages à faible revenu, il est moins apprécié que le poisson frais [2]. Des études sur les changements bios et physico-chimiques à différents stades de fabrication du poisson ont été publiées. En plus de l'oxydation des lipides et l'augmentation de la charge bactérienne [3, 4], l'infestation des insectes reste le principal problème lié aux conditions de stockage à Madagascar. Notre étude a donc pour objectif de déterminer les différents changements physico-chimiques et microbiologiques du poisson fumé-séché durant le stockage et leurs impacts sur la qualité organoleptique du produit stocké. Une attention particulière est accordée à l'infestation des insectes.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériels d'étude et échantillonnage

L'étude porte sur les poissons fumés/séchés communément appelés "fiha saly" achetés chez les producteurs ou au marché d'Antananarivo à différentes saisons. Il s'agit principalement de *Oreochromis niloticus* mais les lots peuvent contenir d'autres genres de cichlidés. Le premier lot de poissons fumés/séchés, acheté en saison sèche (PSS) vers le 19 septembre 2014, provient de Port-Bergé, région Sofia, le second de Maintirano, région Melaky, acheté en saison humide (PSH) vers le 04 décembre 2014. Pour ce dernier, les poissons fumés/séchés sont également salés. Le stockage des produits est similaire à celui décrit par les revendeurs de la capitale : dans des "garaba", paniers de bambou très aérés, et à température ambiante. Des prélèvements ont lieu tous les 15 jours ou tous les mois, selon les analyses : pH, teneur en eau, dénombrement des moisissures. Les larves ainsi que les insectes sont comptés durant les analyses sensorielles. Le stockage dure 180 jours pour chaque lot.

Pour prendre en compte et étudier la variabilité de la matière première, chaque lot acheté est divisé en 2. A chaque point d'analyse, 6 à 7 poissons sont prélevés en duplicat dans chacun de ces 2 lots. Ainsi 4 échantillons contenant 6 à 7 poissons sont envoyés pour analyse. Le résultat sera la moyenne des 4. 4 autres échantillons de 5 à 7 poissons sont également prélevés pour les analyses sensorielles (soit 20 à 28 poissons). Chaque échantillon prélevé est codé avec un code à trois chiffres afin de le rendre anonyme pour le manipulateur. Des lots d'un kilogramme sont mis de côté pour le suivi des pertes de poids.

2-2. Analyses physico-chimiques et microbiologiques

Chaque échantillon codé est broyé avant toute analyse physico-chimique.

- Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre EUTECH Instruments - Ecoscan pH 5 après mélange de 5 g de poisson dans 100 mL d'eau;
- La teneur en eau est obtenue après étuvage à 103-105 °C pendant 24 h ;
- Dénombrement des moisissures : l'échantillon est mis en solution dans de l'eau peptonée tamponnée, mis en culture dans le milieu sélectif Sabouraud puis les boîtes de Pétri sont incubées à 25°C pendant 3 à 5 jours. Les résultats sont lus par observation des colonies typiques : les moisissures sont facilement reconnaissables grâce à des colonies présentant des filaments ou hyphes [5];
- La teneur en sel est mesurée par la méthode de Charpentier-Volhard après mise en solution et défécation de l'échantillon. La solution est acidifiée avec l'acide nitrique puis les chlorures sont précipités au nitrate d'argent. L'excès de nitrate d'argent est ensuite titré par une solution de thiocyanate de potassium pour former avec l'indicateur coloré du thiocyanate de fer rouge;
- Des mesures de l'humidité et de la température dans la salle de stockage sont également effectuées avec le thermo-hygromètre THERMO-HYGRO.

2-3. Analyses sensorielles

Les tests sensoriels consistent à déterminer le degré d'altération des poissons fumés/séchés et leurs caractéristiques, au niveau de l'aspect et de l'odeur. Une question portant sur l'acceptabilité du produit est posée à la fin du test. Les poissons des 4 échantillons sont présentés un par un au jury composé de 6 juges, consommateurs habituels de poissons fumés/séchés. Les caractéristiques sont notées de façon consensuelle.

2-4. Evaluation de l'infestation et des pertes de poids dues aux insectes et aux conditions de stockage

2-4-1. Evaluation de l'infestation des insectes

Les poissons sont les mêmes que ceux utilisés en analyse sensorielle, le comptage se fait en fin de séance. Les poissons sont pesés puis émiettés pour pouvoir extraire les insectes. Les larves supérieures à 0,5 cm (blanches et noires) ainsi que les adultes vivants sont comptés. L'ensemble est ensuite pesé.

2-4-2. Evaluation des pertes de poids dues aux insectes et aux conditions de stockage

Deux échantillons (2 x 1 kg) de chaque lot, mis de côté auparavant, sont pesés à chaque temps T et replacés dans leur contenant. Les miettes de poissons sont pesées séparément. Les observations sur les changements sont notées. Toute partie non solidaire du poisson ainsi que le poisson détérioré sont considérés comme des miettes.

2-4-2-1. Utilisation d'insecticides uniquement sur les lots PSS

Un poisson fumé/séché non salé est plus susceptible d'être infesté par les insectes, d'où le traitement des lots PSS aux insecticides.

- Nuvan (liquide, dichlorvos 1 %) : les poissons sont recouverts de sacs puis l'insecticide (1 %) est pulvérisé sur le plancher et dans la salle de stockage. La pulvérisation a été effectuée au temps T = 7j.
- K-Otop (poudre, deltaméthrine 0,2 %) : l'emballage en dessous du poisson est saupoudré d'insecticide (5 g/panier). La désinsectisation a été effectuée au temps T = 127 j.

2-5. Traitements statistiques

Les données sont traitées sous Excel (moyenne, écart-type, fréquence) et Xlstat 7.0 (ANOVA et LSD de Fisher à 0,05 significatif).

3. Résultats

3-1. Analyses physico-chimiques et microbiologiques

3-1-1. Caractéristiques des locaux de stockage des poissons fumés/séchés durant le stockage

Tableau 1 : Température et hygrométrie des locaux de stockage

	Température °C	Hygrométrie %
Moyenne	24,3	70
Minimum prélevé	22	60
Maximum prélevé	28	86

3-1-2. Caractéristiques des poissons fumés/séchés au début du stockage

Tableau 2 : Comparatif en début de stockage des caractéristiques des poissons fumés/séchés achetés en saison sèche et en saison humide

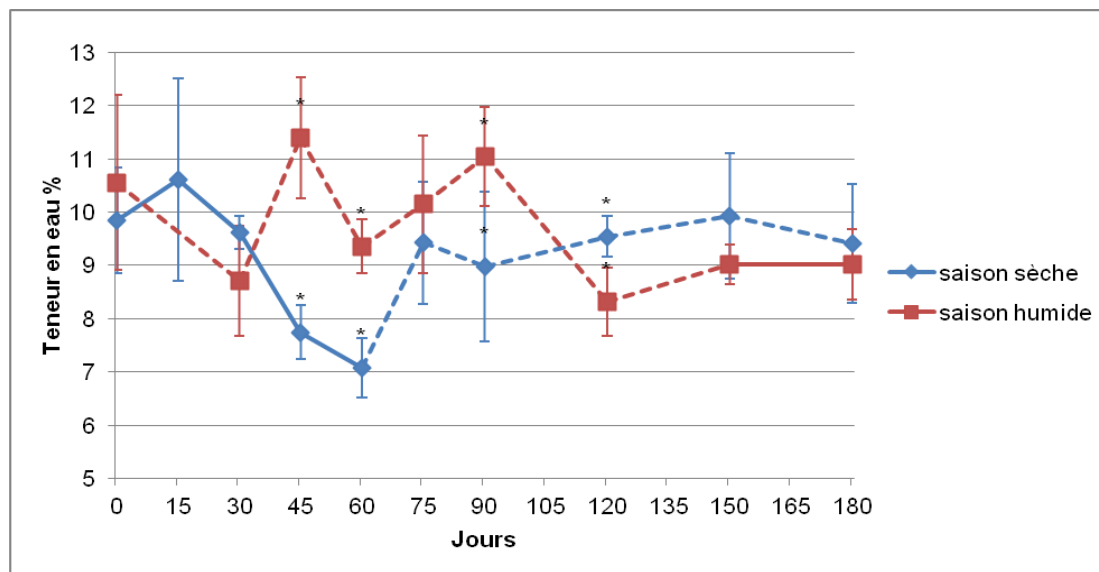
Caractéristiques	Saison sèche	Saison humide
Humidité (%)	9,85 ± 0,99	10,56 ± 1,64
pH	6,79 ± 0,04 *	6,43 ± 0,02 *
Moisissures (UFC/g)	5,00 ± 4,24	14,75 ± 7,97
Aspect : altération globale (note 1 à 3)	1,18 ± 0,14	1,39 ± 0,21
Présence d'impuretés (notes 1 à 3)	1,14 ± 0,20 *	1,61 ± 0,07 *
Odeur : altération globale (note 1 à 3)	1,00 ± 0,00 *	1,46 ± 0,14 *
Odeur fumée (note 0 à 5)	1,36 ± 0,18 *	0,07 ± 0,08 *
Odeur de moisi (note 0 à 5)	0,00 ± 0,00 *	0,61 ± 0,21 *
Acceptabilité (note 1 à 3)	1,25 ± 0,34	1,71 ± 0,33

**Valeurs significativement différentes*

Le pH significativement plus faible du PSH en début du stockage vient du fait que ce lot est salé. Le salage (en sel sec ou saumure) conduit à une diminution du pH du poisson [6]. Un début d'altération peut également en être responsable. Au début du stockage, les différences significatives sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles des poissons sont principalement dues aux procédés de fabrication (fumage, salage). Le salage contribue à la conservation en abaissant l'Aw mais un nettoyage des poissons et un séchage insuffisants peuvent favoriser l'altération du produit fini.

3-1-3. Evolution de la qualité au cours du stockage

3-1-3-1. Teneur en eau

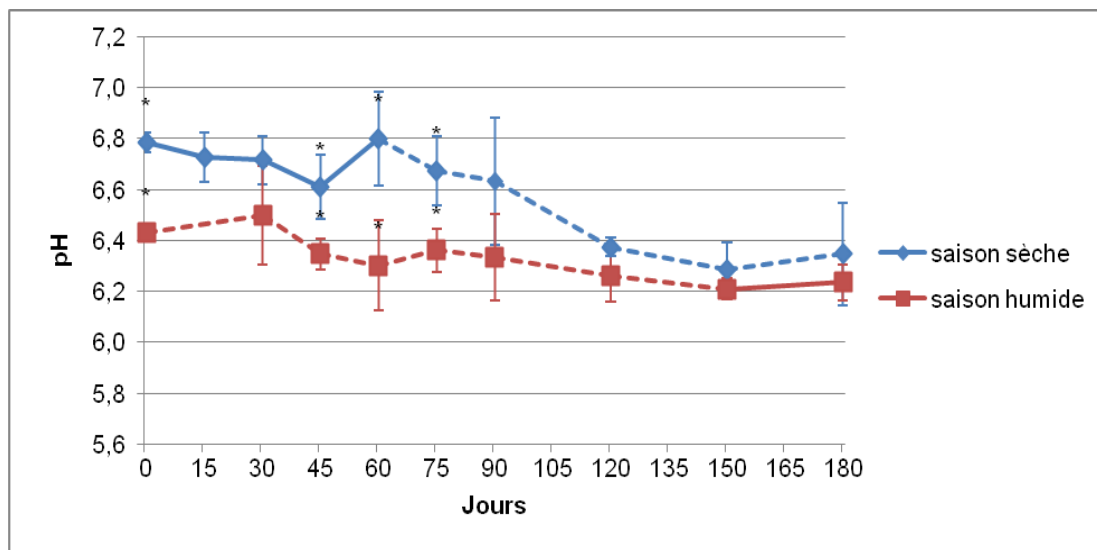


* valeurs significativement différentes ----- (en pointillés) période de pluie

Figure 1 : Moyennes de la teneur en eau en fonction de la durée d'entreposage et de la saison

La teneur en eau des produits est très instable au cours de l'entreposage. L'humidité du local de stockage dépend de la météorologie. Lorsqu'il pleut, l'hygrométrie peut atteindre 86 % et le poisson a tendance à absorber de l'humidité. En période ensoleillée, l'atmosphère est plus sèche (60 % HR) et le poisson perd à nouveau de l'eau. Une ANOVA à 2 facteurs (saisons et durée entreposage) montre que 56% de la variabilité est expliquée par les saisons, la durée d'entreposage et l'interaction saisons*durée entreposage ($p < 0,05$). Au cours du premier mois de stockage, il n'y a aucune différence significative entre les deux lots. C'est à partir de 45 jours que PSH devient significativement plus humide puis au-delà de 120 jours les deux lots ont le même taux d'humidité.

3-1-3-2. pH



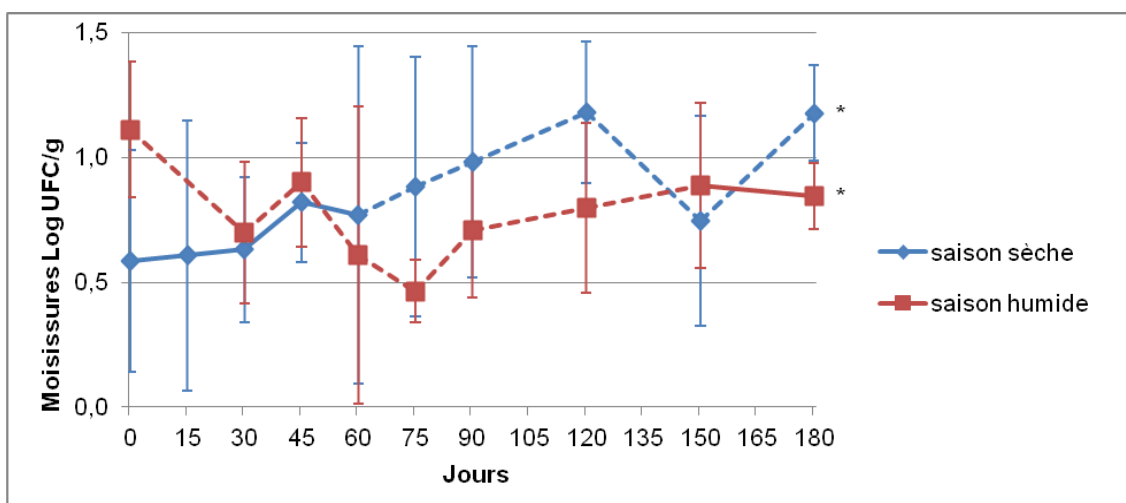
* valeurs significativement différentes ----- (en pointillés) période de pluie

Figure 2 : Moyennes du pH en fonction de la durée de stockage et de la saison

Le pH du PSS évolue de 6,8 à 6,3. Les poissons stockés plus de 120 jours sont significativement plus acides que les autres. Pour PSH, le pH du poisson au jour 30 est significativement plus élevé que celui du poisson stocké plus de 150 jours. Le pH des PSS et PSH diminue avec le temps avec des coefficients de corrélation respectifs de -0,73 et -0,56. Une ANOVA à 2 facteurs (saisons et durée d'entreposage) montre que 74 % de cette variabilité est explicable par ces 2 facteurs et non leur interaction. Au début du stockage et entre 45 et 75 jours de stockage, le lot PSH est significativement plus acide que PSS.

3-1-3-3. Moisissures

Le nombre de moisissures augmente et varie beaucoup au cours du temps, comme le montre la **Figure 3**.



* valeurs significativement différentes ----- (en pointillés) période de pluie

Figure 3 : Moyennes du Log moisissures en fonction de la durée d'entreposage et de la saison

Tout au long du stockage, les logarithmes du nombre de moisissures des PSS ne sont pas significativement différents. Au début du stockage, les PSH contiennent significativement plus de moisissures que ceux à 60 et 75 jours. Le logarithme du nombre de moisissures diminue dans un premier temps puis augmente à nouveau sans atteindre le nombre initial de moisissures de départ. Une ANOVA à 2 facteurs (saisons et durée d'entreposage) montre que les saisons, la durée d'entreposage et l'interaction de ces 2 facteurs ne peuvent expliquer la variabilité des mesures ($R^2 = 0,26$ et $Pr > 0,05$). Globalement, les nombres de moisissures des PSS ne sont pas significativement différents de ceux des PSH.

3-1-3-4. Sel (NaCl)

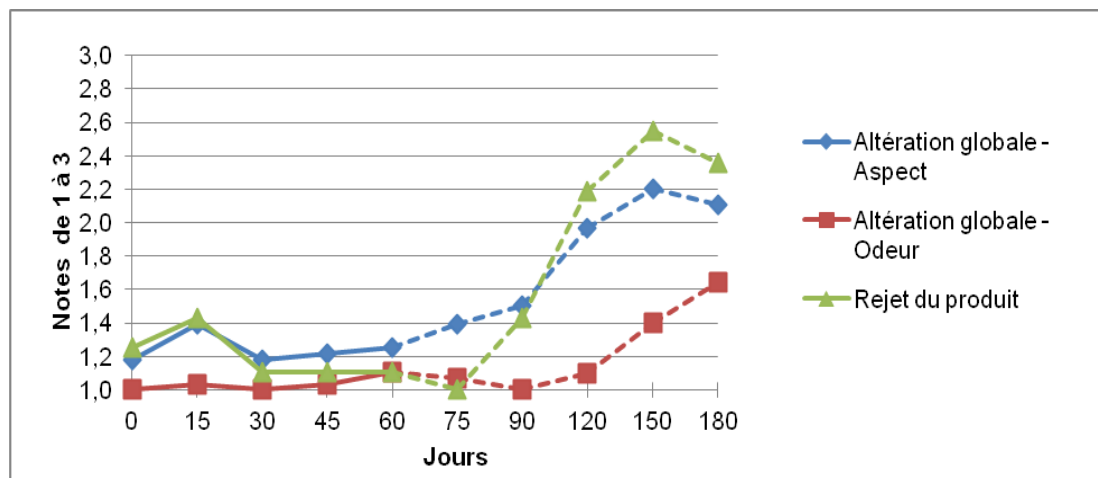
La teneur moyenne en sel (NaCl) du poisson acheté en période humide (PSH) est de $7,94 \pm 0,72$ g/100 g de produit.

3-2. Analyses sensorielles



Photo 1 : Poissons codés destinés aux tests sensoriels

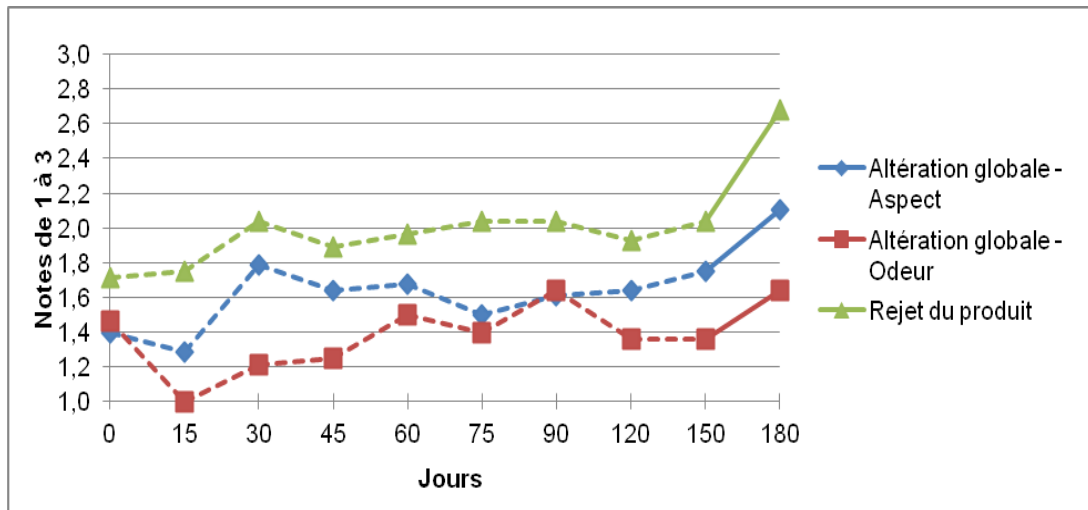
Les **Figures** suivantes montrent l'évolution de l'altération (aspect, odeur) et du rejet des produits au cours de l'entreposage.



----- (en pointillés) période de pluie

Figure 4 : Altérations et rejet du poisson acheté en période sèche (PSS)

Globalement, le poisson commence à s'altérer au-delà de 60 jours. L'altération de l'aspect est significativement plus élevée à 150 jours et l'odeur d'altération à partir de 90 jours de stockage. Le poisson devient de moins en moins acceptable après 90 jours, surtout à cause de l'aspect.



----- (en pointillés) période de pluie

Figure 5 : Altérations et rejet du poisson acheté en période humide (PSH)

Globalement, la qualité du PSH est assez stable au cours du temps. Toutefois les poissons ne sont plus acceptables après 180 jours de stockage. Une comparaison de la tendance générale de l'évolution des lots de PSS et PSH montre une absence de différence sur l'aspect, par contre le PSH a une odeur significativement plus altérée. De ce fait, le PSS est mieux accepté jusqu'à 90 jours que PSH.

3-3. Evaluation de l'infestation et des pertes de poids dues aux insectes et aux conditions de stockage



Photo 2 : Poissons infestés par les insectes - noter la présence de galeries

3-3-1. Evaluation de l'infestation des insectes

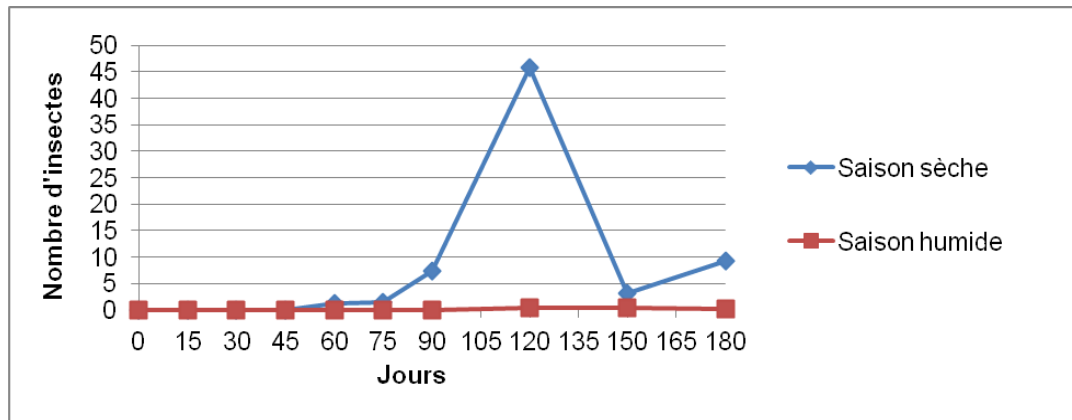


Figure 6 : Infestation totale (nombre d'insectes/poisson) au cours du stockage du poisson fumés/séchés

Les deux lots ne sont que faiblement ou pas du tout infestés jusqu'à 60 jours. Le lot PSH (lot salé) est très peu infesté pendant les 6 mois d'entreposage (< 1 insecte/poisson). Le lot PSS commence à être infesté au bout de 60 jours, malgré le traitement insecticide initial. Le nombre d'insectes est décuplé en 30 jours et justifie à nouveau l'utilisation d'insecticide à T127. Ce traitement explique la diminution de l'infestation observée en fin d'entreposage. A l'aide des descriptions et de la clé de détermination de la FAO, nous avons pu identifier *Dermestes spp* infestant aussi bien le lot PSS que PSH. Il s'agirait de *Dermestes maculatus* puisque le poisson est un poisson d'eau douce. *Necrobia rufipes* n'infeste que le lot PSH. Dans les conditions de stockage qui correspondent à l'optimum de croissance de ces insectes (27°C- 55 à 75 % HR), le nombre de *Dermestes* est multiplié par 30 au bout de 4 semaines [7]. Pour le lot acheté en saison sèche, il passe de 0,3 à 10 au bout d'un mois (entre T = 150 et 180).

3-3-2. Evaluation des pertes de poids dues aux insectes et aux conditions de stockage

Les mesures d'humidité relative et de température montrent que les salles de stockage des 2 lots ne sont pas significativement différentes. On peut donc considérer que les deux lots (PSS et PSH) ont été conservés dans les mêmes conditions.

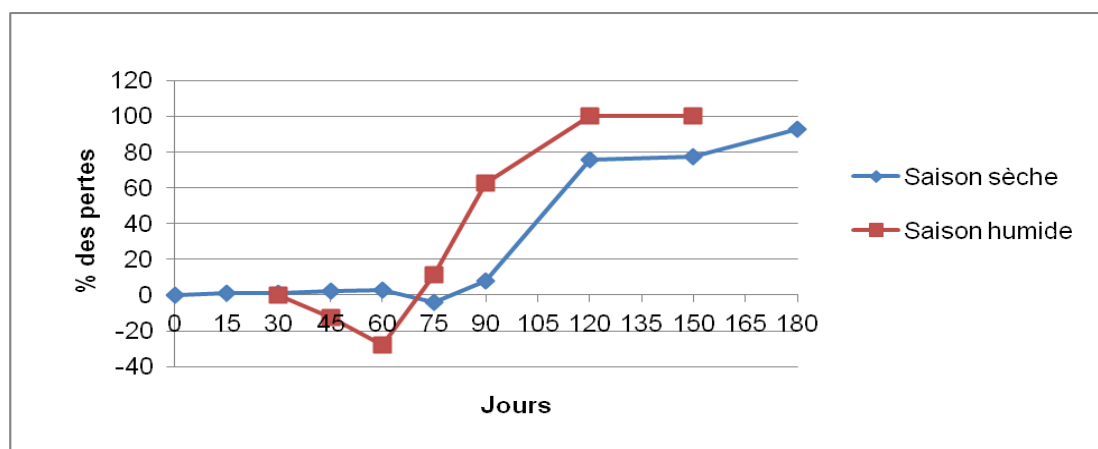


Figure 7 : Evolution des pertes de poids des lots de poisson (1 kg) au cours du stockage (rapport entre les pertes au temps T (poids au temps T- poids initial) et le poids initial)

Aucune perte de poids n'est observée jusqu'à 60 jours. L'augmentation de poids du lot PSH (T 45 et 60) est due à la réabsorption d'eau en période de pluie. Au-delà des 3 mois de conservation, les pertes sont dues principalement aux infestations pour le lot PSS. Pour le lot PSH, les pertes sont principalement dues à l'humidité réabsorbée : le poisson moisit, devient mou et se fragmente.

3-4. Corrélations entre les résultats des analyses physico-chimiques et sensorielles

Tableau 3 : Matrice de corrélation des mesures physico-chimiques et des descripteurs sensoriels

	<i>T</i>	<i>A alter glob</i>	<i>Fr</i>	<i>Infest</i>	<i>O Alter glob</i>	<i>Rejet</i>	<i>pH</i>	<i>O acide</i>	<i>O moisi</i>	<i>O urine</i>	<i>O rance</i>	<i>O soufr</i>
<i>T</i>	1											
<i>A alter glob</i>	0,52	1										
<i>Fr</i>	0,51	0,93	1									
<i>Infest</i>	0,70	0,83	0,83	1								
<i>O Alter glob</i>	0,39	0,65	0,61	0,47	1							
<i>Rejet</i>	0,53	0,87	0,86	0,77	0,74	1						
<i>pH</i>	-0,57	-0,56	-0,52	-0,59	-0,54	-0,68	1					
<i>O acide</i>	0,42	0,65	0,75	0,64	0,65	0,73	-0,51	1				
<i>O moisi</i>	0,42	0,66	0,64	0,54	0,80	0,72	-0,56	0,66	1			
<i>O urine</i>	0,45	0,73	0,74	0,69	0,50	0,67	-0,49	0,62	0,53	1		
<i>O rance</i>	0,53	0,57	0,57	0,56	0,62	0,72	-0,72	0,61	0,54	0,44	1	
<i>O soufr</i>	0,61	0,58	0,64	0,70	0,49	0,66	-0,59	0,66	0,45	0,64	0,61	1

T : durée de stockage ; *A alter glob* : altération globale-aspect ; *Fr* : friabilité; *Infest* : infestation; *O alter glob* : altération globale-odeur; *O. acide* : odeur acide; *O. moisi* : odeur moisi ; *O. urine* : odeur urine ; *O. rance* : odeur rance ; *O. soufr* : odeur soufré, ail gaz

Une analyse de corrélation utilisant le coefficient de Pearson (*r*) montre que le degré d'infestation (0,70) et l'odeur soufrée (0,61) évoluent avec la durée de stockage. L'aspect altéré du produit est positivement corrélé avec la friabilité (0,93) et l'infestation (0,83). La friabilité et l'infestation sont également corrélées (0,83). Les odeurs moisi, acide et rance sont corrélées avec l'odeur d'altération globale du poisson avec des coefficients respectifs de 0,80, 0,65 et 0,62. Le produit est rejeté lorsqu'il présente des aspects et odeurs altérés. Le pH est négativement corrélé avec l'odeur rance (-0,72). L'infestation est corrélée avec l'odeur acide (0,64), urine (0,69) et soufré (0,70).

4. Discussion

La diminution du pH au cours du stockage traduit une détérioration du produit. Les microorganismes protéolytiques produisent des hydrates de carbones qui sont ensuite fermentés en acides [8]. Le pH significativement plus bas du poisson acheté en saison humide pourrait signifier que ce dernier est plus altéré que le lot acheté en période sèche. Les analyses sensorielles confirment bien cette différence.

Les moyennes des teneurs en eau des poissons (9,22 % et 9,73 %) sont inférieures à celles observées sur *Oreochromis* par [9] après 8 semaines de stockage (10,62 %). Le poisson fumé/séché peut être stocké au moins pendant 2 mois sans subir de modifications notables. Une humidité relative dépassant 70 % favorise la prolifération des moisissures, ce qui s'est produit pendant la saison des pluies. Les moisissures peuvent produire des mycotoxines responsables d'intoxication alimentaire chez l'homme [10]. *Aspergillus* spp est le plus fréquent dans les poissons d'eau douce fumés-séchés du Nigéria [11]. D'autres espèces comme *Fusarium* spp, *Rhizopus* spp, *Penicillium* spp peuvent également infester les poissons fumés [12]. La présence d'un poisson moisi dans le lot peut affecter le lot tout entier. Les spores des moisissures peuvent être apportées par les insectes infestant le poisson traité [13]. L'apparition des moisissures contribue à la croissance de microorganismes halophiles, d'où les taches blanches et rouges/oranges décrites par le jury. Le poisson salé a une plus forte tendance à réabsorber l'eau [7]. Des teneurs en eau assez basses (environ 9 %) favorisent l'oxydation lipidique et donc le développement des caractères de produit dégradé [14]. En effet, plus la température de stockage est élevée et le produit sec, plus l'oxydation est accrue.

L'addition de sel contribue fortement à cette oxydation tandis que le fumage au bois la limite [15]. Le poisson salé capte plus l'humidité de l'air, ce qui augmente sa teneur en eau et le rend mou donc de moins bonne qualité [7]. Le sel a tendance à favoriser la croissance des moisissures. Cependant, une teneur élevée en sel (9,2 %) prolonge le développement larvaire et conduit même à la mortalité des Dermestes [16], ce qui explique l'absence de cette espèce dans le lot salé à environ 8 %. Les insectes creusent des galeries dans les poissons et se nourrissent de leur chair, le poisson a tendance à se fragmenter facilement [13]. La friabilité du poisson associée aux odeurs d'altérations rendent le poisson moins attrayant et donc moins appétissant. La désinsectisation directe sur le poisson est couramment appliquée (cas des poudres de deltaméthrine). Cette pratique modifie souvent l'aspect du poisson traité et le rend inacceptable à la consommation. Les acheteurs, connaissant les traitements appliqués, hésitent parfois à acheter les poissons, étant donné que la toxicité des résidus est inconnue. Le traitement indirect (dichlorvos) semble être plus approprié [7], cependant des études sur les résidus de ces pesticides sont encore à effectuer.

5. Conclusion et recommandations

Des changements biochimiques et physiques telles que l'oxydation et la réabsorption d'eau par le poisson, ainsi que des modifications microbiologiques (moisissures, bactéries halophiles) apparaissent au cours du stockage des poissons fumés/séchés. Le poisson fumé/séché se conserve alors entre 60 et 90 jours. Au-delà de 60 jours, les modifications peuvent engendrer l'apparition d'altération et donc le rejet du produit. Les pertes de poids causées soit par des insectes, soit par l'émission du produit augmentent au-delà de 60 jours de stockage. Le sel contribue à la lutte contre les insectes, cependant il peut également contribuer à l'oxydation et à la fragmentation du poisson. D'après notre étude, nous pouvons dire que le poisson fumé/séché en période sèche se conserve mieux qu'un poisson très peu fumé mais salé et séché acheté en période humide. La période de pluie n'est pas propice au stockage de ce type de produit. Même si le salage, le fumage et le séchage contribuent à la conservation du poisson, un endroit adéquat est nécessaire pour le stockage afin d'optimiser sa durée de conservation. Toutefois, un endroit avec une humidité relative inférieure à 65 % et une température n'excédant pas 30°C est difficile à obtenir à Madagascar. Enfin il serait préférable de stocker les produits traités aux insecticides dans un endroit loin des produits non traités. Les résidus d'insecticides dans les poissons et leurs effets sur la santé sont encore à étudier, mais jusqu'à maintenant, aucune toxicité n'a été enregistrée par rapport à l'utilisation d'insecticide sur ces poissons à Madagascar.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Projet FSP PARRUR-SCAC pour ses contributions financières.

Références

- [1] - Z. KASPRZYK, N. RANDRIAMIARISOA, Production, commercialisation et consommation des produits halieutiques à Madagascar, Rapport de terrain N°14a, tome I, Projet PNUD/FAO/MAG/85/014, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture à Madagascar (1990).
- [2] - C. ANDRIANAIVOJAONA, Z. KASPRZYK, G. DASYLVA, Pêche et aquaculture à Madagascar bilan diagnostic, Rapport Projet PNUD/FAO/MAG/85/014, FAO (1992).
- [3] - N. BOURIGA, H. BEN ISMAIL, M. GAMMOUDI, E. FAURE and M. TRABELSI, Effect of smoking-method on biochemical and microbial quality of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Am. J. Food Technol.*, 7 (11) (2012) 679-689. ISSN 1557-4571.
- [4] - F. AJANI, V. ADETUNJI, J. OYEDOKUM, Biophysicochemical changes that occur in fish during different stage of traditional processing. *Ajfund*, 13 (3) (2013) 7840-7852 ISSN 1684 5374.
- [5] - J. P. LARPENT, Microbiologie alimentaire, Techniques de laboratoire, Paris : Techniques et Documentation (1997) 1073p.
- [6] - M. CHAIJAN, Physicochemical changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during salting, *Food chemistry*, 129 (2011) 1201-1210.
- [7] - FAO, Préventions des pertes de poisson traité, FAO Doc. Tech. Pêches, 219 (1984) 84p.
- [8] - A. A. EYO, Traditional and improved fish handling, preservation and processing techniques. Paper presented at National workshop on fish processing storage, marketing and utilisation, FAO (1993).
- [9] - J. DARAMOLA, E. FASAKIN and E. ADEPARUSI, Changes in physicochemical and sensory characteristics of smoke-dried fish species stored at ambient temperature, *Ajfund*, 7 (6) (2007) 1-16.
- [10] - CECMA, Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale, Gouvernement du Quebec (2009).
- [11] - O. O. FAFIOYE, T. R. FAGBOHUN, O. O. OLUBANJO, Fungal infestation and nutrient quality of traditionally smoke-dried freshwater fish, *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 8 (2008) 7-13.
- [12] - M. D. WOGU, A. D. AYI, Mycoflora of some smoked fish varieties in Benin city Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management Vol. 4 No.1* (2011) 36-38 doi : 10.4314/ejesm.v4i1.4
- [13] - FAO, Guide pratique des types d'insectes et d'acariens qui s'attaquent au poisson traité, FAO Doc.Tech. Pêches, 303 (1989) 29p.
- [14] - NELSON and LABUZA, Relationship between water and lipid oxidation rates - Water activity and glass transition theory, in "*Lipid oxidation in food*", ACS Symposium series ; American chemical society : Washington, DC , (1992) 93-103.
- [15] - G. FLICK, G. HONG and M. KNOBL, Lipid oxidation of seafood during storage, in "*Lipid oxidation in food*", ACS Symposium series ; American chemical society : Washington, DC, (1992) 183-207.
- [16] - F. N. OSUJI, The effects of salt treatment of fish on the developmental biology of *Dermestes maculatus* (Coleoptera, dermestidae) and *Necrobia rufipes* (Cleridae), *Ent. exp. & appl.* 18 (1975) 472-479.