

# Protection des stocks de poissons secs en Afrique sub-saharienne

B. R. TAMGNO<sup>1</sup>, J. VATSOU<sup>2</sup>, GOMA ZIDIKO<sup>3</sup>, A. GOUDOUM<sup>2</sup>, L. S. NGAMO TINKEU<sup>4</sup>

(Reçu le 03/03/2021; Accepté le 18/04/2021)

## Résumé

Une solution efficace à la malnutrition en Afrique sub-saharienne est la promotion et la consommation de plus en plus accrue du poisson. Cet aliment très riche est une denrée très hautement périssable, que le pêcheur local perd si aucune mesure de transformation n'est entreprise. Une bibliographie assez rare et ancienne montre que 21 espèces de poisson pêchées dans les régions septentrionales du Cameroun subissent une transformation artisanale dans le but de prolonger la durée de conservation et d'en préserver la qualité et le potentiel alimentaire. Malheureusement, malgré ces démarches, de nombreux facteurs de pertes comme les insectes ravageurs, les acariens et les champignons, agents de pourriture, causent d'importantes pertes au poisson sec au cours du stockage. Le poisson sec est issu d'un processus artisanal de séchage et ou de fumage. Pour limiter ces pertes, le poisson au cours de la transformation et pendant le stockage est traité par des formulations chimiques issues de 22 matières actives dont certaines sont extrêmement dangereuses. Une solution alternative à ces pesticides dangereux est d'inclure dans les ingrédients de traitement du poisson, des plantes à épices dont 14 localement disponibles ont des vertus insecticides, fongicides ou acaricides avérées. En vue du développement des outils de protection des stocks de poissons secs en limitant l'intoxication du consommateur et la pollution environnementale, il y a urgence que des études plus fines soient menées dans le but de développer des procédés de transformation économes en énergie, qui en intègrent des insecticides naturels comme alternative limitant les contaminations naturelles ou industrielles et fournissant un aliment sain et sûr.

**Mots clés:** Poisson sec, facteurs de pertes, pesticides, stockage, alternatives

## Protection of dry fish stocks in sub-Saharan Africa

### Abstract

An effective solution to malnutrition in sub-Saharan Africa is the promotion and increasing consumption of fish. This very rich food is a very highly perishable commodity, which the local fisherman loses if no processing measures are taken. A fairly rare and old bibliography shows that 21 species of fish caught in the northern regions of Cameroon undergo an artisanal transformation in order to extend the shelf life and preserve its quality and food potential. Unfortunately, despite these approaches, many loss factors such as insect pests, mites and fungi, rotting agents, cause significant losses to dry fish during storage. Dry fish comes from an artisanal drying and smoking process. To avoid these losses, the fish during processing and storage is treated with chemical formulations from 22 active ingredients, some of which are extremely dangerous. An alternative to these dangerous pesticides is to include in the processing ingredients of fish, spice plants of which 14 locally available have proven insecticidal, fungicidal or acaricidal properties. With a view to developing tools to protect dry fish stocks by limiting consumer intoxication and environmental pollution, there is an urgent need for more detailed studies to be carried out with the aim of developing energy-efficient transformation processes, which incorporate natural insecticides as alternatives limiting natural or industrial contamination and providing a healthy and safe food.

**Keywords:** Dry fish, Loss factors, Pesticides, Storage, Alternatives

## INTRODUCTION

Le poisson et les produits de la pêche représentent une source précieuse de nutriments, ils contribuent de façon significative à la nutrition et à la sécurité alimentaire (Béné *et al.*, 2016). Le poisson, surtout quand il est de petite taille et qu'il est consommé entier, a une faible teneur en graisses saturées, en glucides et en cholestérol, et outre des protéines de fortes valeurs, il fournit également une large gamme de micronutriments essentiels dont plusieurs vitamines (D, A et B), des minéraux (dont le calcium, l'iode, le zinc, le fer, le phosphore et le potassium et le sélénium) et des acides gras polyinsaturés (oméga-3) qui sont importants pour le bon développement de l'enfant (Béné *et al.*, 2016). Leur valeur nutritionnelle est particulièrement importante en Afrique subsaharienne où plus de 34% de la population sont en situation de malnutrition chronique (PAM, 2019). La consommation de poisson par habitant est estimée à 20 Kg/an, soit un besoin annuel de 400 000 tonnes par an (FAO, 2016). Au Cameroun cette consommation de poisson se situait autour de 11 kg/habitant/an (Atangana Kenfack, 2019). La production annuelle ne permet pas de

couvrir ce besoin, car 55 % de ce tonnage sont importés essentiellement sous forme de poissons congelés pour environ 100 milliards de FCFA (MINEPIA, 2011). Donc l'offre en poisson au Cameroun provient pour 22 % de la pêche continentale, 21 % de la pêche maritime et environ 1 % de la pisciculture (Subasinghe, 2006).

La principale source d'approvisionnement en poisson dans les régions sahéliennes est la pêche traditionnelle qui est localement une activité saisonnière. Le poisson frais, denrée hautement périssable dans les conditions climatiques chaudes et sèches à humides en milieu tropical continental doit être transformé pour une conservation qui permet son utilisation sur une plus longue période. Le poisson étant une ressource très fragile, sa dégradation commence dès sa mort par l'action de ses propres enzymes, les attaques de la flore bactérienne présente sur sa peau, les contaminations extérieures et l'action de la chaleur (Bodin, 2017). Il devient donc très vite impropre à la consommation si aucune mesure de conservation n'est prise. Or les infrastructures locales de transformation et de conservation sont inadéquates. Cette incapacité à sécuriser la ressource en

<sup>1</sup> Université de Douala, Institut des Sciences Halieutiques, Douala, Cameroun

<sup>2</sup> Université de Maroua, École Nationale Supérieure Polytechnique, Maroua, Cameroun

<sup>3</sup> Université de Maroua, Faculté des Sciences, Maroua, Cameroun

<sup>4</sup> Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Ngaoundéré, Cameroun

Afrique continentale subsaharienne engendre des pertes de poisson évaluées à environ 25 % de la production (Hissein *et al.*, 2018). Cependant, des procédés traditionnels de conservation par la chaleur tels que le séchage et le fumage, par la salaison et par le froid sont observés localement. Ces traitements sont développés pour préserver la qualité sanitaire du poisson séché et ou fumé et accroître la durée de sa conservation ainsi que limiter les pertes en éléments nutritionnels et sa qualité organoleptique au cours du stockage. La transformation des produits halieutiques qui sont à la fois des aliments et des marchandises est une activité importante pour le relèvement de la dénutrition et la réduction de la pauvreté (FAO, 2009). Les procédés de transformation et de conservation sont nécessaires pour garantir les qualités microbiologiques, technologiques, organoleptiques et nutritionnelles des poissons.

Malgré la transformation par la chaleur, le poisson séché et fumé reste une denrée qui peut être perdue au cours du stockage du fait des dépréciations des ravageurs (Tamgno *et al.*, 2020). Les pertes sont à la fois quantitatives et qualitatives (Ndrianaivo *et al.*, 2016, Sameza *et al.*, 2016; Tekou Ngunte, 2018). En général, un procédé de transformation mal réalisée, un manque d'hygiène ou un stockage inadéquat engendrent des pertes du poisson par le développement des agents microbiologiques qui causent des pertes qualitatives (Anihouvi *et al.*, 2005). En outre, les outils de fumage peuvent engendrer des contaminations du poisson fumé. Il est courant de voir des acteurs fumer le poisson avec des combustibles ou des déchets plastiques et même du caoutchouc. Dans le même sens, une fois séché ou fumé, pour éloigner les insectes ravageurs des stocks de poisson secs, les acteurs utilisent des produits phytosanitaires à leur disposition qui sont en général non seulement illicites mais à risque réel sur la santé des consommateurs (Hissein *et al.*, 2018, Fopa, 2019).

Dans le but de contribuer à l'amélioration de la conservation des poissons secs pendant leur stockage, il est urgent de repréciser l'importance économique et la diversité des poissons en présence, d'améliorer les méthodes de transformation (avant et pendant le fumage et/ou le séchage) limitant la prolifération des microorganismes lors du stockage et évitant les pertes dues aux insectes ravageurs. Plus spécifiquement, il est question de rappeler les quantités et les espèces de poissons transformées; d'identifier les différents procédés de transformation et les méthodes de stockage du poisson; d'inventorier les facteurs de perte en relation avec les méthodes de transformation et de conservation; d'identifier les outils de protection susceptibles de limiter les pertes dues aux insectes et microorganismes ichtyophages et, enfin de décrire une démarche de production et de conservation des poissons séchés.

### Importance et diversité des productions aquacoles au Cameroun

Au Cameroun, le poisson contribue à hauteur de 50% en termes de protéines animales (FAO, 2007). La production nationale de poisson est d'ordre de 155000 tonnes/an, soit environ 85000 tonnes/an provenant de la pêche maritime; 70000 tonnes/an provenant de la pêche continentale et un peu moins de 1000 tonnes/an de l'aquaculture (MINEPIA/CCIMA, 2009). Le poisson consommé au Cameroun est donc majoritairement issu de l'importation. L'apport des

captures issues de l'aquaculture quoiqu'en augmentation au cours des 10 dernières années reste faible, moins de 2500 tonnes (Figure 1). Pourtant, l'aquaculture (ou pisciculture) assurera près de deux tiers de la production mondiale de poisson destiné à l'alimentation d'ici 2030 (FAO/IFPRI, 2014). On constate qu'aujourd'hui, 43% des poissons sur le marché mondial proviennent de l'élevage, alors que cette part ne représentait que 9% en 1980 (FAO, 2006). Cet essor prodigieux est le résultat des recherches et d'innovations dans la maîtrise de la conduite des élevages et surtout de l'alimentation. Malgré tout cela, l'Afrique subsaharienne continue d'occuper une place mineure (0,16 %) en dépit de son potentiel naturel (Pouomogne, 2007).

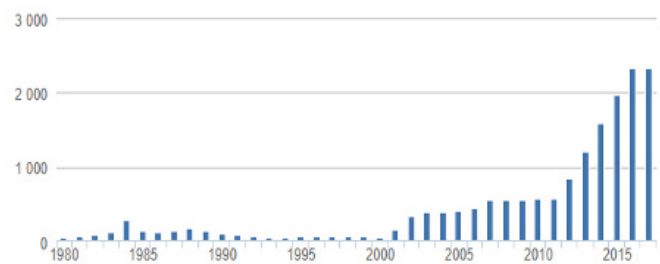


Figure 1: Production aquacole au Cameroun de 1980 à 2015

Les principales régions de production aquacole sont: l'Adamaoua, le Centre, l'Est, le Littoral, l'Ouest et le Nord-ouest. Dans ces régions, la production des poissons se fait en étangs de dérivation et en étangs de barrage. Les régions septentrionales fournissent 70% de la production nationale de poissons en eaux intérieures du Cameroun (FAO, 1992). Les zones de pêches de ces régions septentrionales sont: les bassins du Faro, de la Bénoué, le lac de Lagdo, le fleuve Logone, les Yaérés, le lac de Maga, le lac Tchad et, enfin, les petits barrages localisés dans les monts Mandara (FAO, 1992). Le Lac de Guéré dans le Mayo-Danay contribue aussi sensiblement à la couverture alimentaire en poisson des populations de la région de l'Extrême-Nord et de certains villages du Tchad voisin.

Que le poisson frais soit issu de la pisciculture pratiquée par seulement 10% de femmes ou des importations, la nécessité de transformer cette denrée pour une durée de conservation plus importante est un défi majeur.

### Procédés de transformation du poisson frais

Les denrées alimentaires d'origine animale sont protégées de l'action des agents de pourriture en vue d'une conservation sur une plus longue durée par la diminution de l'activité de l'eau dans ces derniers. En effet, une forte activité de l'eau conduit à la détérioration des denrées. C'est ainsi que quatre principales méthodes sont utilisées pour réduire la détérioration des aliments en milieu tropical. Il s'agit: du séchage, du salage, du fumage et de l'appertisation.

Seuls le séchage, le fumage et le salage permettent la sublimation du poisson frais dans les pays tropicaux. Le mode traditionnel de traitement du poisson frais est le fumage. Il y a quatre étapes de fumaison moderne: le saumurage, le dessalage, le séchage et le fumage.

(i) Le saumurage: en prévision du fait que la chaleur du fumage favorisera la putréfaction du poisson et la prolifération des bactéries, le saumurage a pour but de protéger la chair de l'action des bactéries et des champignons.

Le salage qui s'en suit, en déshydratant les chairs, a une action protectrice antibactérienne et antifongique. Dans la saumure, de nombreux produits peuvent être incorporés. En effet, la diminution de la teneur en eau qui s'en suit rend l'aliment plus résistant aux attaques des ravageurs.

(ii) Le dessalage consiste à sortir le poisson de la saumure, à le rincer et à l'égoutter.

(iii) Le séchage consiste à laisser partir l'eau et à faire durcir la surface du poisson, cette étape prépare au fumage. C'est l'une des techniques les plus anciennes, qui permet de conserver le poisson sur une longue durée en réduisant l'eau disponible au développement des microorganismes.

(iv) Le fumage se fait à des températures entre 82 et 90 °C, les combustibles les plus utilisés localement sont la sciure de bois, les coques de noix de palmier et de coco, des rafles de maïs, etc. (Ahmed *et al.*, 2011). Ceci soumet le poisson à une combustion lente, mais régulière. Pendant ce temps, les ingrédients de la saumure imprègnent le poisson. De plus, la fumée qui se dégage de la source de combustible préserve le poisson, mais aussi lui donne une saveur caractéristique. Pour le fumage, trois types de four sont construits en Afrique subsaharienne en général: le four circulaire en terre, le four «Chorkor» de forme rectangulaire en terre et le four en tonnelet (Frank *et al.*, 2013). Les poissons sont séchés après le fumage, à cette étape, le taux de matière obtenue varie entre 60 et 90 % de matière sèche (Assogba *et al.*, 2018).

En Afrique tropicale, le traitement artisanal du poisson frais commence par le nettoyage du poisson. Une fois vidé, le poisson est fumé ou séché au soleil en fonction de sa consistance et du climat sur des dispositifs traditionnels. L'utilisation des dispositifs améliorés de transformation est marginale. Cette amélioration du processus de transformation consiste en un fumoir amélioré et un séchage solaire en milieu fermé pour empêcher que les mouches touchent le poisson (Bodin, 2017). Le fumoir amélioré permet de fumer 60 kg de poisson avec trois petits morceaux de bois, il y a une réduction de la quantité utilisée. Une seconde amélioration est le salage avant le séchage au soleil qui réduit les pertes dues aux ravageurs. Ce salage vise à déshydrater partiellement le poisson et à limiter la dégradation de ses tissus causée par l'activité enzymatique qui est inhibée et l'action des bactéries par déshydratation osmotique. Il a une action bactériostatique. Une dernière innovation

propose de faire tout le traitement en milieu clos, depuis le nettoyage jusqu'au salage. Cette démarche réduit elle aussi les pertes dues aux ravageurs qui n'ont plus accès au poisson. Certains poissons dits secs passent par une fermentation de 2 et 3 jours du poisson avant séchage. En effet, la fermentation protéique est une technique de conservation et de transformation des poissons par les microorganismes, faisant ressortir des saveurs et des odeurs, caractéristiques. Après la fermentation du poisson, ils sont nettoyés à l'eau, et traité avec du sel avant le séchage.

**Procédé de transformation artisanale de poisson au Cameroun**

En raison du manque d'infrastructures de conservation du poisson frais, la transformation artisanale est très développée en milieu rural. Le traitement visant à éviter la perte du poisson frais suite à la rupture de la chaîne de froid, toutes les espèces disponibles sont concernées. Cette transformation artisanale se déroule au sein d'un réseau de petits ateliers individuels ou collectifs, travaillant sur une gamme assez étendue de produits destinés aux besoins des populations urbaines et rurales. Le rapport poisson frais/poisson transformé étant de 2,5 à 3, la production de poisson transformé pourrait osciller entre 22 000 et 28 000 tonnes par an (FAO, 2012). En y ajoutant la part des importations du poisson transformé provenant des pays limitrophes, notamment du Gabon, il peut y avoir en tout environ 30 000 à 40 000 tonnes de poissons transformés artisanalement qui sont annuellement fournies aux consommateurs au Cameroun.

Les deux méthodes principales de transformation artisanale du poisson frais sont le fumage et le séchage. Les espèces fumées ou séchées varient en fonction des régions au Cameroun (Tableau 1) (Assiah *et al.*, 1996).

**Fumage**

La technique de fumage combine l'action de cuisson au feu avec l'imprégnation du poisson par la fumée. Toutes les espèces traitées artisanalement sont fumées (Tableau 1). Le fumage est rudimentaire. Il s'effectue généralement par un feu de bois ouvert sous une claie où le poisson est étalé. Avant cette opération de fumage, il est à noter que le poisson est d'abord préparé à cette opération. Les poissons sont généralement nettoyés à l'eau sur des surfaces qui laissent égoutter l'eau avant d'être écaillés (pour certains), éviscérés et lavés. Dans certaines régions, l'opération de

**Tableau 1: Diversité des poissons d'eau douce pêchés et transformés localement et des formes d'échanges de ces poissons sur quelques sites (Assiah *et al.*, 1996)**

Espèce de poisson	Nom Commun	Kousseri			Maga			Lagdo			Adamaoua		
		fr	Se	fu	fr	Se	fu	fr	Se	fu	fr	Se	fu
1	<i>Alestes</i> sp												
2	<i>Arius africanus</i>												
3	<i>Clarias gariepinus</i>												
4	<i>Clarias jaensis</i>												
5	<i>Cyprinus carpio</i>												
6	<i>Heterotis niloticus</i>												
7	<i>Mormyrops</i> sp												
8	Mulet (Cyprinidae)												
9	<i>Oreochromis niloticus</i>												
10	<i>Polydatylus quadrifilis</i>												
11	<i>Synodontis</i> spp												

Légende: **fr**: poisson vendu frais; **Se**: poisson vendu séché; **fu**: poisson vendu fumé  
 ■: Forme sous laquelle le poisson est le plus transformé dans la localité

salage est faite avant fumage. Dans ce cas, les plus gros poissons subissent un traitement de salage plus approfondi afin de permettre une répartition adéquate du sel. Les plus petits poissons sont salés sans traitement particulier. Ils ne sont même pas éviscérés. Dans d'autres zones, l'opération de salage n'intervient pas. Les poissons sont soumis après nettoyage au fumage. Les viscères sont soit jetés à l'eau ou collectés par des femmes transformatrices afin d'y extraire de l'huile de poisson par cuisson-présage. Les fours et les claies sont réalisés en matériaux disponibles sur place (planches, argile, raphia) ou de récupération (grillage, tiges de bois). Les bois utilisés pour cette opération de fumage sont ceux présents dans les zones de fumage. Il s'agit généralement des bois d'acacia, de balanites, de palétuviers, ... (Eben Mandam, 2017). Il est à noter que l'équipement est rudimentaire. Il est généralement composé de fumoir en terre cuite de forme rectangulaire, ou de fumoir métallique de forme ronde à base de vieux fûts de récupération, sur lequel est apposé des claies issues de divers matériaux. Le fumage du poisson se caractérise par un traitement à haute température qui est en fait une opération de cuisson avec évaporation d'eau libre sur le poisson. Les poissons sont constamment retournés pendant l'opération de fumage. En fait, il s'agit plutôt d'une cuisson profonde pouvant entraîner la calcination et la perte du produit. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés organiques présents dans les aliments grillés ou fumés dans des conditions mal maîtrisées. Ils ont des effets mutagènes, cancérogènes et génotoxiques chez les consommateurs réguliers (Rivier *et al.*, 2009; Thys et Hardouin, 1983).

À l'issue de cette opération de fumage, des conservateurs chimiques de synthèse sont généralement ajoutés (insecticides et fongicides). L'importante quantité de bois utilisée pour deux à trois jours de fumage pose le problème de déboisement perceptible déjà dans certaines zones à écologie fragiles (mangroves, sahel, ...). Cette activité de fumage de poisson est beaucoup répandue autour des grandes zones de pêches au Cameroun. C'est une activité qui a besoin d'une main d'œuvre locale et a une importance économique certaine. Car le fumage du poisson génère une importante et vitale activité ainsi qu'un circuit de commercialisation où de milliers d'intervenants tirent leurs principales sources de revenus.

### Séchage

Cette méthode est plus utilisée dans les régions septentrionales à cause des conditions climatiques chaudes et ensoleillées et faible hygrométrie. Les petits poissons pélagiques sont séchés entiers par une exposition directe au soleil et les plus grosses espèces sont tranchées, fendues et séchées sur des nattes ou suspendues en l'air (Tableau 1). Il peut aussi se pratiquer sur des claies de fortunes telles les nattes en raphia, les toiles de récupération ou des toits de maison ou cuisine. Quelquefois, le poisson est laissé dans l'eau pendant une à deux nuits, pour une fermentation préalable avant le séchage. Dans ce dernier cas, les préférences du consommateur jouent un rôle dans les méthodes de transformation. Le séchage peut se faire avec ou sans opération de salage. Toutefois, le séchage n'est pas toujours une technique souhaitée. Certains pêcheurs spécialisés dans le poisson frais, ont toujours auprès d'eux une claie de séchage, et lorsque les prises sont trop réduites, ne pouvant pas se rendre immédiatement au marché, ils sèchent son

poisson. De même, lorsque le poisson menace de pourrir, ils s'empressent de le faire sécher. Si le campement est trop distant des marchés, on y apporte le poisson frais les jours de marché et on le sèche les autres jours.

Les moyens utilisés pour le traitement artisanal du poisson frais sont rudimentaires, en outre le manque d'hygiène caractérise toute la filière. Une fois transformé, le poisson séché se conserve dans un conditionnement à moindre coût en général de récupération: panier, carton, sac de jute, papier d'emballage, feuille plastique, ... Le transport du poisson sec transformé utilise des camions privés, des pirogues, des bicyclettes, etc. D'importantes pertes se produisent pendant le traitement et après par des brisures qui entraînent la réduction ou même la perte de la valeur commerciale du poisson.

### Pertes du poisson sec du fait du traitement artisanal

Les pertes après la capture sont en général dues à l'altération du poisson frais, à la calcination pendant le fumage, à l'infestation par les insectes du poisson séché ou fumé, aux brisures pendant les manutentions et à la ré-humidification du fait des conditions de conservation inadéquates. Le poisson séché et fumé dans son intégralité a plus de valeur que lorsqu'il est effrité, ou tout simplement brisé. L'émiettement du poisson séché en petits fragments que l'on observe au terme d'une manutention dans des contenants inadéquats est un facteur de perte. Le poisson séché ou fumé brisé perd donc sa valeur commerciale pour devenir de l'aliment de moindre qualité ou transformé en farine pour animaux (FAO, 1981). Ces pertes sont aussi dues au manque de moyen de conditionnement qui protégerait le poisson sec de l'humidité et des brisures lors des transports du site de transformation au site de stockage ou de vente.

Parmi les principaux ravageurs du poisson séché, les Insectes, les Acariens et les Champignons sont les plus importants (Tableau 2). Le poisson sec transformé peut être perdu complètement du fait des insectes et acariens qui s'y nourrissent. Ces ravageurs causent des pertes quantitatives qui résultent d'un prélèvement de l'aliment, ces pertes peuvent atteindre 50% de la quantité stockée (FAO, 1981, Tamgno *et al.*, 2020). Il résulte de l'infestation des poissons séchés ou fumés une croissance exponentielle de la population de ces Coléoptères qui est multipliée par 25 ou 30 au bout de quatre semaines quand la température est proche de l'optimum. Les fortes infestations des insectes dans les stocks de poisson séché y engendrent une forte accumulation de leurs excréments et exuvies, ce qui y facilite le développement des moisissures, elles aussi contribuant secondairement à la dépréciation du poisson séché (Sameza *et al.*, 2016).

### Acariens ravageurs des poissons séchés et fumés

Les acariens passent souvent inaperçus à cause de leur taille microscopique. Dans le cas du poisson séché, il s'agit des acariens de poussière. Parfois, l'aspect poussiéreux et rugueux du poisson séché est une manifestation de la présence d'acariens. Tous les stades de développement y sont présents et s'attaquent au poisson sec transformé stocké. Sur le poisson traité, ils appartiennent à la famille des Acaridés du groupe Astigmata. Trois espèces du genre *Lardoglyphus* sont fréquentes sur le poisson séché: *Lardoglyphus konoï* (Sasa et Asanuma), l'espèce la plus répandue (Figure 2); *Lardoglyphus zacheri* Oudemans (Figure 2) et *Lardoglyphus angelinae* Olsen.

La femelle adulte dépose ses œufs et tous les autres stades se développent sur le poisson sec ou entrain de sécher. Ce développement peut être très rapide. A 23 °C et à 87 % d'humidité relative, les cycles biologiques de *L. Konoï* et *L. zacherine* durent que respectivement neuf à onze et dix à onze jours; aux températures optimales, le développement peut être encore plus rapide (Hughes, 1956; Matsumoto, 1970). La nutrition des adultes et des nymphes de *Ladoglyphus* spp provoque des pertes quantitatives de poisson séché. La contamination par des corps vivants et morts, qui peuvent être très nombreux, peut entraîner une perte quantitative.

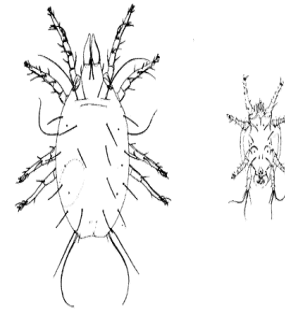


Figure 2: Face dorsale de la femelle et adulte de *Lardoglyphus konoï* (à gauche) et face ventrale de l'hypopus de *Lardoglyphus zacheri* (à droite) (Singh et al., 2018)

Tableau 2: Récapitulatif des ravageurs du poisson fumé et séché en zone tropicale africaine (Haines, 1989; FAO, 1981)

Groupes	Taxons	Espèces	Autres Références
Aca-riens	Aca-ri-deae	<i>Lardoglyphus konoï</i> (Sasa et Asanuma)	Matsumoto, 1970; Singh et al., 2018
		<i>Lardoglyphus zacheri</i> Oudemans	Hughes, 1956; Singh et al., 2018
		<i>Lardoglyphus angelinae</i> Olsen	
Insectes	Dermestes	<i>Dermestes alter</i> Degeer	
		<i>Dermestes carnivorus</i> Fabricius	
		<i>Dermestes frischii</i> kugelann	
		<i>Dermestes haemorrhoidalis</i> Küster	
		<i>Dermestes lardarius</i> Linné	
		<i>Dermestes maculatus</i> Degeer	Ndrianaivo et al., 2016; Singh et al., 2018, Tamgno et al., 2020
		<i>Dermestes peruvianus</i> Laporte de Castelnau	
	Necro-bia	<i>Necrobiaruficollis</i> Fabricius	
		<i>Necrobiarufipes</i> Degeer	Ndrianaivo et al., 2016; Singh et al., 2018, Tamgno et al., 2020
	Diptera	<b>Calliphoridae:</b> <i>Calliphora</i> spp.	Singh et al., 2018, Tamgno et al., 2020
		<i>Calliphora vicina</i>	
		<i>Chrysomya albiceps</i> Wiedemann	
		<i>C. bezziana</i> Villeneuve	
		<i>C. chloropygaptorica</i> (Wiedemann)	
		<i>C. megacephala</i> (Fabr.)	
		<i>C. regalis</i> Desvoidy	
		<i>Lucilia cuprina</i> Wiedemann	
		<i>L. sericata</i> Meigen.	
		<b>Calliphoridae:</b> <i>Sarcophaga</i> spp.	
		<i>S. nodosa</i> Engel;	
		<i>S. tibialis</i> Macquart	
		<i>Wohlfartia</i> spp.	
<b>Milichidae:</b> <i>Leptomopalatipes</i> (Meigen)			
<b>Piophilidae:</b> <i>Piophilacasei</i> (L.)			
<b>Phoridae:</b> <i>Megaseliascalaris</i> (loew)	Singh et al., 2018		
<b>Muscidae:</b> <i>Antherigona</i> spp.			
<i>Ophyra capensis</i> Wiedemann			
<i>Muscadomestica</i> L.			
Champignons	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	CECMA, 2009; Sameza et al., 2016
		<i>Aspergillus fumigatus</i>	Hissien et al., 2018
		<i>Aspergillus niger</i>	Hissien et al., 2018
		<i>Aspergillus ochraceus</i>	
		<i>Aspergillus parasiticus</i>	Singh et al., 2018
		<i>Fusarium</i> sp.	Singh et al., 2018
		<i>Mucor mucedo</i>	Hissien et al., 2018
		<i>Curvularia</i> spp	Hissien et al., 2018
<i>Scycadium dimidiatum</i>	Hissien et al., 2018		

### Insectes ravageurs

Les insectes ravageurs du poisson séché et fumé les plus importants sont les Coléoptères: Dermestidés et Cléridés. On trouve d'autres coléoptères sur le poisson traité. L'anobiide *Lasioderma serricornis* (Fabricius), s'attaque à beaucoup de produits séchés. Différentes espèces de Coléoptères Histénidés prédateurs, en particulier les espèces de *Saprinus* et les espèces apparentées, sont parfois observées sur le poisson séché, notamment en association avec des infestations de larves de Dermestes, dont elles se nourrissent (Hinton, 1945). Les pertes déplorées sur le poisson traités sont: l'émiettement qui est la principale cause de gaspillage des poissons séchés entraînant 35% des pertes (Moes, 1980); les pertes dues aux insectes peuvent atteindre 50% (FAO, 1981).

#### Dermestidés

Les dermestes infestent le poisson séché ou fumé entier ou en farine, *Dermestes maculatus* Degeer, *Dermestes frischii* Kugelann, *Dermestes ater* Degeer, *Dermestes carnivorus* Fabr., *Dermestes lardarius*, *Dermestes haemorrhoidalis* Küster et *Dermestes peruvianus* Laporte de Castelnau sont les espèces rencontrées.

Les poissons sont diversement sensibles aux ravageurs (Osuji, 1974, Ndrianaivo et al., 2016, Tamgno et al., 2020). *D. maculatus* et *N. rufipes* infestent plus les poissons en zone chaude.

Les adultes se nourrissent sur le poisson totalement ou partiellement séché, et les femelles déposent leurs œufs dans des déchirures de la chair du poisson. Les larves s'enfoncent dans la chair, dont elles se nourrissent.

Elles réalisent au cours de leur développement normalement 5, 6 ou 7 stades larvaires, ou davantage si les conditions sont défavorables. La pupaison se fait dans les matières solides comme la chair du poisson (Figure 3), le bois des séchoirs ou des structures de stockage. Cette pupaison peut gravement endommager les modules de stockage par des tunnels pratiqués par les larves. Les adultes de dermestes volent et peuvent donc facilement se disperser vers de nouvelles sources d'aliments (Hinton, 1945; Peacock, 1975).



Figure 3: Dégâts des *Dermestes* spp sur *Heterotis* sp. sec transformé

La nutrition des larves et des adultes de *Dermestes* spp. provoque des pertes quantitatives considérables de poisson séché, ainsi que l'émiettement. La perte de qualité peut aussi être due à la présence de corps et de dépouilles d'insectes ainsi qu'au changement d'odeur du poisson (Figure 4).



Figure 4: Dégâts engendrés par la pupaison des ravageurs

Les pertes quantitatives sont causées au poisson séché par *Dermestes* spp (FAO, 1981). L'endommagement des séchoirs et structures d'entrepôt en bois par les larves parvenues à maturité sont aussi des pertes non négligeables.

#### Cléridés

Ils sont en général des prédateurs, nécrophages ou des végétariens. Un seul genre fournit les espèces qui sont inféodées au poisson séché et fumé. *Necrobia ruficollis* Fabricius avec un pronotum de couleur rouge, un corps bleu métallique avec des larves prédatrices des larves de Dermestidae et *Necrobia rufipes* Degeer de couleur bleu métallique avec des pattes rouges, est l'espèce la plus fréquemment observée sur le poisson séché.

On ne trouve que rarement sur ce produit deux espèces apparentées, *N. ruficollis* et *N. violaces*. Les larves sont prédatrices, nécrophages et même cannibales. La femelle pond à la surface ou dans des déchirures de la peau du poisson et les larves s'enfoncent profondément dans la chair où elles se nourrissent (Figure 5).



Figure 5: Dégâts des Cléridés sur le poisson sec transformé

Les coléoptères adultes se nourrissent sur la surface du poisson séché. Les larves passent par trois ou quatre stades. Au dernier, elles filent un cocon dans lequel a lieu la pupaison: cela peut se passer à l'intérieur de la chair du poisson, ou bien la larve peut s'éloigner du poisson et pupifier dans toute fissure sombre. Le cycle biologique dure environ six semaines ou davantage, selon le type de nutrition et les conditions ambiantes. Dans les conditions optimales, la population se multiplie par environ 25 chaque mois. Les adultes volent beaucoup et peuvent donc facilement se disperser vers de nouvelles sources d'aliments. *N. rufipes* est

généralement associé à des infestations de *Dermestes* spp: l'habitat qui lui convient est analogue à celui des espèces tropicales de dermestes, et il bénéficie de la présence de larves et œufs de *Dermestes* dont il peut se nourrir.

L'alimentation des larves et des adultes de *N. rufipes* provoque des pertes quantitatives de poisson traité et séché ou fumé, ainsi qu'un émiettement et une détérioration de la qualité dus à la contamination par les corps et dépouilles d'insectes. Lorsqu'il est associé au genre *Dermestes*, *N. rufipes* est généralement minoritaire, mais sa part des dégâts totaux causés par les coléoptères peut être importante.

### Microorganismes ravageurs

Les poissons séchés et fumés, du fait de certaines conditions de transformation sont susceptibles d'être contaminés par les moisissures productrices de mycotoxines dangereuses (Figure 6).

Les analyses sur les poissons du lac Fitri au Tchad montrent au total, 50 souches fongiques avec une prédominance de *Aspergillus niger* (40%), *Aspergillus fumigatus* (26%), *Mucor mucedo* (20%), *Curvularia* spp (8%) et *Scycadium dimidiatum* (6%) (Hissien *et al.*, 2018).

Ces souches de moisissures dont certaines sont productrices de mycotoxines pouvant causer des maladies chez les consommateurs de ces poissons moisissés (Sameza *et al.*, 2016). Cette contamination du poisson séché par les moisissures est aussi une conséquence de la présence des ravageurs morts ou vivants, de leur dépouille et leurs excréta.

Les moisissures en plus de développer des mycotoxines altèrent aussi l'aspect du poisson et réduisent sa valeur nutritionnelle et marchande. Les insectes et les acariens sont des vecteurs des spores de moisissures, contribuent à la dispersion des moisissures causant en conditions favorables des infestations massives sur le poisson séché ou fumé.

On peut aussi y rencontrer une flore bactérienne pouvant être inoffensive ou toxique, responsable de l'altération des poissons fumés ou séchés. C'est l'exemple de *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes* donc leur présence est due à une contamination exogène au cours des manutentions, de la transformation, le transport et de la commercialisation (Ndrianaivo *et al.*, 2016; Sameza *et al.*, 2016). La flore bactérienne inoffensive est en fait

celle qui est liée à la vie aquatique du poisson. Cette flore bactérienne est présente sur la peau, le tube digestif et les branchies des poissons avant la transformation. Ce sont les bactéries des genres *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Bacillus* et *Streptococcus*. Ces diverses espèces bactériennes prolifèrent après la mort du poisson vers les tissus les plus fragiles et sont à l'origine des altérations rapides des poissons (Ndrianaivo *et al.*, 2016, Sameza *et al.*, 2016). Cette contamination affecte aussi les qualités nutritionnelles et microbiologiques des poissons fumés et séchés au cours de la conservation.

### Niveaux d'intervention pour une protection intégrée du poisson sec et fumé transformé

#### Amélioration des méthodes traditionnelles de séchage et de fumage

L'amélioration des méthodes traditionnelles de fumage et de séchage passe obligatoirement par le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication. Ces bonnes pratiques commencent à partir de l'approvisionnement des poissons frais qui doivent être de bonne qualité, suivi de l'aménagement de site de traitement, de transformation et de stockage. Les poissons à transformer doivent être de bonne qualité hygiénique et bien conditionnés pour éviter la dégradation et la contamination exogène par les microorganismes. Le site de traitement concerne les opérations de lavage, d'éviscération, d'égouttage et de salage éventuellement. Ce site doit être bien aménagé et lisse afin d'éviter la rétention d'eau. Pour ce qui est du fumoir, il doit être construit en respectant l'environnement. Il doit nécessiter une transformation du fumoir en prenant en compte la diffusion homogène de la chaleur et respectant les règles de construction des foyers écologiques qui ne nécessitent pas une grande quantité de combustibles. Le poisson fumé ou séché étant un matériau hygroscopique, le stockage doit se faire dans des endroits secs hygiéniques et préalablement traités pour éviter la réhydratation et la contamination par les ravageurs.

La pose de moustiquaires sur les étagères de séchage et autour d'elles peut réduire les risques d'infestation par les Coléoptères et les Diptères pendant le traitement. Le fumage du poisson dans les fours améliorés réduit l'exposition des acteurs à la fumée, est plus rapide de 18 à 10 heures. Le poisson fumé bien sec peut être conservé pendant neuf mois (CTA, 1986). De même, pendant le stockage et le transport, l'utilisation de sacs propres de bonne qualité ralentit l'arrivée de *Dermestes* spp. Osuji (1975) a découvert que l'infestation croisée de *Dermestes* spp. est moindre lorsque les sacs de jute sont doublés de polyéthylène et de papier kraft. Les sacs de jute doublés assurent une bonne protection contre les infestations (Tekou Ngunte, 2018). L'infestation peut aussi être déclenchée par des larves rampantes et des adultes présents dans des résidus de poisson, ou par des adultes sortant des chambres de pupaison des structures de bois. Le risque de ces infestations peut être réduit par une meilleure hygiène et par l'application d'un insecticide recommandé sur les structures de bois.

On peut donc supposer que des températures supérieures à 40 °C tuent ou éloignent tous ces coléoptères. Ces températures peuvent désinfecter le poisson ou retarder l'invasion par *Dermestes* spp, dans la mesure où tout le lot y est exposé: si une partie du poisson reste à des températures



Figure 6: Développement des champignons sur le poisson sec transformé (a: sur la face dorsale; b: sur la face ventrale de la tête; c: à l'intérieur sur la chair du poisson)

normales, elle va attirer les coléoptères. Le très bon séchage du poisson réduit la multiplication des populations de *Dermestes*, de *N. rufipes* et des microorganismes (Ndrianaivo et al., 2016; Sameza et al., 2016).

### Amélioration du saumurage et autres prétraitements

Le salage du poisson confère une excellente protection contre *N. rufipes*, parce que le développement larvaire est considérablement retardé. Dans des conditions expérimentales, son développement larvaire nécessite 85 jours sur du poisson contenant 3,5 % de sel, contre 42 jours sur du poisson non salé (Osuji, 1975). Le salage du poisson protège contre *D. maculatus*, en partie parce que le développement larvaire est prolongé mais essentiellement parce que la mortalité larvaire est proportionnelle à la teneur en sel. En conditions expérimentales, à 30 °C, le développement larvaire a duré 37 jours sur du poisson contenant 3,5 % de sel, contre 21,5 jours sur du poisson non salé, et la mortalité a atteint 100 % lorsque la teneur en sel a été portée à 9,2 % par marinage pendant une heure et demie (Osuji, 1975). La forte teneur en sel protège le poisson des attaques des insectes ravageurs (Cole, 1963; Green, 1967). Chez *Hyperopisus*, la perte si le poisson est salé est de 9% alors que lorsqu'il n'est pas salé, la perte est de 35% au bout de cinq mois de stockage.

### Pesticides chimiques utilisés dans la protection des poissons séchés et ou fumés

Après le fumage, du fait de la déshydratation, la teneur en protéine augmente par rapport à la teneur initiale dans la chair du poisson frais (Assogba et al., 2018). La teneur en protéine dans la chair des *Oreochromis niloticus* frais (20,41%) augmente à 65%, après le fumage séchage à 70°C (Assogba et al., 2018). La teneur en protéines varie d'un procédé de transformation à un autre. Elle varie de 53 à 67% chez les poissons séchés au soleil, de 31 à 57% chez ceux séchés au four (Ahmed et al., 2011). Lorsque la teneur en eau des poissons est faible, les teneurs en lipide et en protéines sont élevées (Assogba et al., 2018). Le défi est donc de transformer le poisson en préservant son potentiel nutritionnel.

Les moyens utilisés pour protéger les poissons séchés contre les attaques des insectes nuisibles sont des insecticides chimiques appliqués directement sur le poisson comme produit de contact et des pesticides sous forme de fumigants appliqués sous forme gazeuse pour une action plus longue (Tableau 3). L'application des insecticides se fait aussi en direct sur les surfaces, les outils de conservation ou les aires de transformation et de stockage. Dès le départ de la protection de cette ressource, l'outil le plus efficace était le bromure de méthyl à la dose de 80 à 100 g/m<sup>3</sup> de denrée (Mallamaire, 1955).

La réunion conjointe FAO/OMS pour la gestion des pesticides (*Joint Meeting for Pesticides Management, JMPM*) a recommandé 20 mg/kg de pipéronyl butoxide et 3 mg/kg de pyréthrine sur les poissons; le malathion est utilisé mais laisse beaucoup de résidus sur le poisson traité (FAO, 1984). Proctor (1972) a observé jusqu'à 28 ppm de résidus sur le tilapia traité par immersion dans une solution de 0,0625% de malathion et jusqu'à 43 ppm dans une solution à 0,125% après quatre semaines de stockage. Proctor (1972) a recommandé pour protéger le poisson séché de l'immerger dans une solution insecticide

0,018% de pyréthrine et 0,036% de pipéronyl butoxide. Un meilleur résultat contre les *Dermestes* est obtenu dans le traitement par immersion dans des solutions aqueuses de tétrachlorvinphos à 0,1125% et le trempage dure une minute. Les solutions à 0,0065% de pirimiphos-méthyl et de chlorpiriphos-méthyl assurent la protection du poisson contre les adultes et les larves de *D. maculatus*. Leurs résidus de pesticides dans les poissons sont de l'ordre de 5 à 10 mg/kg. Deux fumigants sont généralement utilisés pour le traitement des poissons séchés: le bromure de méthyl et la phospholine à la dose 80 grammes par mètre cube à fumiguer pendant deux heures (Galichet, 1960).

Les observations plus récentes montrent que les transformateurs, vendeurs et grossistes des marchés dans les bassins du Logone et de la Bénoué font recours à des pesticides communément appelés "*pia-pia*", pesticide poudre et en liquide. Ils font aussi recours à d'autres en poudre tels que RAMBO (perméthrine) et IMIDALM (imidachlopride) (Tableau 3). En effet, ils aspergent ces produits sur les claies de séchage de poisson et injectent le pesticide dans les cargaisons et les sacs ou pulvérisent tous les espaces de stockage des poissons séchés. Les pesticides en poudre sont régulièrement saupoudrés sur les poissons. Ces produits peuvent mettre à l'abri les poissons fumés des parasites pour une durée de plus d'un an (Beramgato, 2019). Les pertes, qui étaient de 30% jusqu'aux années 1970 au Sénégal, ont été réduites à environ 10% par la vulgarisation de l'utilisation d'insecticides (Gardona, puis K'Othrine). Le traitement par trempage du poisson pendant 4 sec dans 10 litres d'une solution insecticide a été réalisé pour évaluer la protection du tilapia séché par ces produits. Les insecticides utilisés sont à base de pirimiphos-méthyl, iodofenphos, fenitrothion, diflubenzuron et de deltaméthrine et le témoin est de l'eau. L'insecte testé est *D. maculatus*. Une formulation commerciale à base de pyréthrine synergisée par le pipéronyl butoxide a été utilisée. Tous les traitements insecticides donnent un bon contrôle du ravageur pendant deux mois, il n'y a que la deltaméthrine et le pirimiphos-méthyl qui sont efficaces jusqu'à six mois après le traitement (Golob et al., 1987). Les solutions à base de pyréthrine 0,036% seule ou synergisée avec le pipéronyl butoxide assurent une bonne protection du poisson fumé pendant le stockage contre *D. maculatus* meilleure que celle apportée par le malathion 0,125% (Proctor, 1972).

Le traitement du poisson séché avec les insecticides de contact à base de deltaméthrine, pirimiphos-méthyl, perméthrine et des synergistes des pyrethrine pour limiter les attaques des ravageurs laissent parfois des résidus sur ces aliments dont le niveau peut être dommageable à la santé du consommateur (Rajendran et al., 2005). Les alternatives à rechercher se recrutent dans les huiles végétales et autres extraits de plantes (Rajendran et al., 2005).

Globalement, tous les produits chimiques appliqués sur le poisson séché sont à fort risques sur la santé du consommateur et en général polluent l'environnement: bromure de méthyl, ozone ou au soufre de fluor (Rajendran et al., 2005). Il est urgent, pour la protection du consommateur et de l'environnement de se pencher vers l'incorporation à la saumure des extraits de plantes condimentaires à vertu insecticide comme *l'Occimum gratissimum*, la *Mentha arvensis*, le clou de girofle, le *Zingiber officinalis* et autres



**Tableau 3: Pesticides chimiques utilisés pour la protection du poisson séché et les risques associés**

	Matière actives et Numéro CAS	Références	CI*	Danger (santé humaine) **	Statut légal au Cameroun
1	Alphaméthrine	Yu, 1994			
2	Bromure de méthyl 74 83 9	Mallamaire, 1955; Galichet, 1960 Friendship, 1990; Rajendran <i>et al.</i> , 2005	FM (O)	H301, H315, H319, H331, H335, H341, H373	Pas homologué au Cameroun
3	Chlorpiriphos-méthyl 5598 13 0	Galichet, 1960; Rajendran <i>et al.</i> , 2005; Taylor et Evans, 1982	III	H317, H400 H410	Pas homologué au Cameroun
4	Cycloprothrine 63935 38 6	Anggawati <i>et al.</i> , 1991	U		
5	Dichlorvos 62 73 7	Beramgato, 2019	Ib	H301, H311, H317, H330	PIA-PIA***14 formulations non homologuées au Cameroun
6	Deltamethrine 52918 63 5	Beramgato, 2019; Duguet <i>et al.</i> , 1985; Rattagool <i>et al.</i> , 1990; Golob <i>et al.</i> , 1987; Rajendran <i>et al.</i> , 2005; Anggawati <i>et al.</i> , 1991	II	H301, H330	MALAGRAIN SUPER; PROTECT DP; STARGRAIN 2DP homologués en 2018: insecticides / denrées stockées
7	Diflubenzuron 35367 38 5	Webley et Airey, 1982; Golob <i>et al.</i> , 1987	III	H373, H400, H410	
8	Ethylendichlorure 107 06 2	Friendship, 1990	FM		
9	Sulfurylfluorure 2699 79 8	Friendship, 1990	FM		
10	Fenitrothion 122 14 5	Golob <i>et al.</i> , 1987	II		
11	HCN 74 98 8	Friendship, 1990	FM		
12	Iodofenphos 18181 70 9	Golob <i>et al.</i> , 1987	O		
13	Imidachlopride+thirame 138261 41 3	Beramgato, 2019	II	H302, H315, H317, H319, H332, H373	IMIDALM homologué en 2018: insecticide-fongicide/ semences de cotonnier
14	Malathion 121 75 5	Protor, 1972 Golob <i>et al.</i> , 1987; Rajendran <i>et al.</i> , 2005	III	H330, H350	FYFANON homologué en 2018: insecticide / chenilles carpophages sur cotonnier; POUYROX homologué en 2018: insecticide/denrées stockées
15	Methacriphos 62610 77 9	Taylor et Evans, 1982	II		
16	Phospholine 7803 51 2	Galichet, 1960; Rajendran <i>et al.</i> , 2005	FM (O)		Pas homologué au Cameroun
17	Phosphine 7803 51 2	Friendship, 1990	FM		
18	Pyréthrine + Pipéronylbutoxide 51 03 6	Protor, 1972, FAO 1984; Golob <i>et al.</i> , 1987; 1995; Gjerstad, 1989; Walker et Denegon, 1988	U	H302, H317	Pas homologué au Cameroun
19	Pirimiphos-méthyl 29232 93 7	Galichet, 1960; Pretoru, 1988; Rajendran <i>et al.</i> , 2005; Golob <i>et al.</i> , 1987; Walker et Denegon, 1988; Yu, 1994; Taylor et Evans, 1982; Duguet <i>et al.</i> , 1985; Rattagool <i>et al.</i> , 1990; Esser <i>et al.</i> , 1990	II	H304, H310, H318, H319, H332, H336	ANTOUKA SUPER homologué en 2018: insecticide / denrées stockées
20	Pyrethrine 8003 37 4	FAO 1984, Protor, 1972, Rajendran <i>et al.</i> , 2005	II	H302, H312, H317, H332	PYRETHRUM 5% homologué en 2018: insecticide / mirides sur cacaoyer, RAMBO non homologué au Cameroun
21	Permethrine 52645 53 1	Taylor et Evans, 1982	II		
22	Tetrachlorvinphos 470 90 6	Protor, 1972; Walker et Denegon, 1988; Duguet <i>et al.</i> , 1985; Guillon, 1976	Ib	H315, H336 H361, H373	Pas homologué au Cameroun

Numéro CAS: Numéro d'enregistrement de l'ingrédient actif à la Chemical Abstract Service de la American Chemical Society

\* CI: Classe toxicologique FOA/OMS

**Ib:** pesticide extrêmement dangereux; **II:** pesticide très dangereux; **III:** pesticide modérément dangereux; **U:** pesticide sans danger dans les conditions indiquées d'utilisation; **FM:** pesticide fumigant, considéré comme très hautement dangereux; **O:** obsolète.

\*\* Mention de danger pour la santé humaine d'après le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (GHS) de l'ONU. **H300:** mortel en cas d'ingestion; **H301:** toxique en cas d'ingestion; **H302:** nocif en cas d'ingestion; **H304:** peut être mortel en cas d'ingestion; **H310:** mortel par contact cutané; **H311:** toxique par action cutanée; **H312:** nocif par contact cutané; **H317:** peut provoquer des allergies cutanées; **H330:** mortel par inhalation; **H350:** peut provoquer le cancer; **H360:** peut nuire au fœtus; **H370:** risque avéré pour les organes.

\*\*\***PIA-PIA:** DAKSH; DDFORCE 1000 EC; DELVAP SUPER; DIWELL; DOOM 100 EC; EXECUTOR; GLOVAN; GOODBYE MULVAP 100 EC; PEST OFF; POINT BLANK; UWANVAN; VIP; WONDER

pour améliorer la conservation surtout que pendant le séchage ou le fumage, on incorporera le produit insecticide qui le gardera encore plus longtemps hors de portée des ravageurs. Le petit pigment rouge (*Capsicum frutescens*) est grandement utilisé sous forme de poudre pour conserver les poissons fumés et séchés.

#### Recherche d'alternatives aux Pesticides chimiques utilisés dans la protection des poissons séchés et fumés

Le bromure de méthyle, le fumigant le plus largement utilisé par le passé sur les stocks de poisson sec (Mallamaire, 1955; Galichet, 1960), est un des facteurs importants de la réduction de la couche d'ozone. Son interdiction d'utilisation était prévue pour 2005. Une alternative serait l'emploi de fumigants naturels issus de plantes aromatiques. Les condiments locaux régulièrement utilisés dans les préparations du poisson incluent des espèces dont les propriétés insecticides et fongicides sont bien connues (Tableau 4).

Les composés allélochimiques de ces plantes aromatiques présentent des propriétés insecticides, répulsives et des effets anti-appétents vis à vis des insectes des denrées stockées. Ce sont donc des sources d'ingrédients alternatifs pour les produits commerciaux illicites en cours d'utilisation puisqu'aucune formulation n'est homologuée en traitement des stocks de poissons secs transformés. Les huiles essentielles d'origan, de basilic, de marjolaine, de thym, de sauge, de laurier, de romarin, de lavande, d'anis, de menthe, de céleri, de cumin, d'agrumes, de coriandre et de fenouil causent la mortalité des ravageurs des denrées stockées et principalement des dermestes (Chiasson et Beloin, 2007). Regnault-Roger et Hamraoui (1995) ont observé un effet toxique des monoterpènes sur ces insectes, le linalool étant le plus toxique et l'estragole le moins par fumigation. L'huile essentielle de *Chenopodium ambrosioides* réduit de 80 à 100% les densités de ces ravageurs 24 h après l'application d'une dose de 0,2 µl/cm<sup>2</sup> (Tapondjou et al. 2002). Les huiles d'origan (*Origanum vulgare*), de menthe (*Mentha microphylla* et *M. viridis*) et d'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) ont été les plus toxiques.

La démarche intégrée à éprouver pour la réussite de la transformation en vue d'une bonne conservation du poisson sec transformé consiste à l'amélioration de la phase de la saumure. L'aromatization de la saumure avec les condiments pour poisson les plus efficaces devraient permettre l'obtention d'un aliment qui se conserve plus longtemps avec peu de contaminants. Les proportions de réalisation de cette saumure sont à préciser par la recherche.

#### CONCLUSION

En Afrique sub-saharienne, d'importantes quantités de poissons sont perdues en raison de l'incapacité des acteurs à gérer de manière efficiente le poisson. Les techniques de conservation sont mal adaptées et les procédés de transformation inappropriés. Les obstacles à la réussite de la transformation artisanale sont liés aux moyens traditionnels peu efficaces des points de vue: énergie, capacité, qualité des produits. La forte consommation du bois qui est la principale source d'énergie engendre le problème de la déforestation, sensible dans les zones à écologie fragile. Les modules de stockage, qui sont en général des emballages rudimentaires issues de la récupération sont inadaptées et favorisent la brisure lors de la manutention puis pendant le stockage, l'infestation et le développement des ravageurs. Pour limiter les attaques de ces ravageurs, l'utilisation des insecticides extrêmement dangereux constituent des sources de contaminations chimiques du poisson transformé qui se traduit aussi par des hauts niveaux de résidus de pesticides sur l'aliment.

Il est à craindre que la transformation qui doit assurer la conservation sur une longue durée pour une disponibilité constante du poisson soit plutôt source de contamination de la denrée de manière à la rendre dangereuse pour le consommateur. Dans le but de prévenir ces méfaits, il est urgent d'élaborer un processus de transformation économe en énergie, le transfert et la vulgarisation des technologies améliorées, faibles consommatrices d'énergie, faisant recours si c'est indispensable à des insecticides alternatifs pour fournir des poissons secs transformés sans contaminants naturels (mycotoxines) ni industriels (résidus de pesticides).

**Tableau 4: Condiments du poisson à potentiel pesticide sur les ravageurs du poisson sec et fumé transformé**

	Plante active	Nom	Action*	Références
1	<i>Allium spp</i>	oignon	in, fo	Auger et al., 2002; Chiasson et Beloin, 2007; Yu, 1994
2	<i>Alium sativum</i>	ail	in, fo	Auger et al., 2002; Chiasson et Beloin, 2007; Frank et al., 2013; Yu, 1994
3	<i>Anethum graveolens</i> L.	aneth	In	Regnault-Roger et al., 2012
4	<i>Artemisia dracunculus</i> L.	estragon	in; ac	
5	<i>Azadirachta indica</i>	neem	in	Okorie et al., 1990
6	<i>Capsicum frutescens</i>	piment	in	
7	<i>Citrus limon</i>	citron	in	Mathen et al., 1992; Don-Pedro, 1985, 1996
8	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	fenouil	in, fo	Chiasson et Beloin, 2007
9	<i>Laurus nobilis</i> L.	laurier	in	Regnault Roger et al., 2012 Chiasson et Beloin, 2007
10	<i>Occimum gratissimum</i>	basilic	in, fo	Ngassoum et al., 2004; Chiasson et Beloin, 2007
11	<i>Plasmopara nivea</i>	persil	in ; fo	Chiasson et Beloin, 2007
12	<i>Piper nigrum</i>	poivre noir	in	Ndomo et al., 2009; Frank et al., 2013; Yu, 1994
13	<i>Thymus vulgaris</i> L.	thym	In	Regnault-Roger et Hamraoui, 1993
14	<i>Zingiber officinalis</i>	gingembre	in; fo	Frank et al., 2013

\* in: insecticide; ac: acaricide; fo: fongicide

## RÉFÉRENCES

- Anggawati AM, Indriati N, Subarudin, Madden JL. (1991). Use of dryacide, deltamethrin and cycloprothrin to control insect infestation of dried salted fish. In: James, D. (Ed.), Papers presented to Eighth Session of the Indo-Pacific Fishery Commission Working Party of Fish Technology and Marketing, Yogyakarta, Indonesia, September 1991. Rome, FAO Fisheries Report 470, Supplement, pp. 267-275.
- Anihouvi VH, Huonhouigan JP, Ayernor GS. (2005). La production et la commercialisation du landouin un condiment à base de poisson fermenté du Golfe du Benin. *Cahiers Agricultures*, 4: 323-330.
- Ahmed A, Dodo A, Bouba A, Clement S, Dzudie T. (2011). Influence of traditional drying and smoke-drying on the quality of three fish species (*Tilapia nilotica*, *Silurus glanis* and *Arius parkii*) from Lagdo Lake, Cameroon. *Journal of Animals and Veterinary Advances*, 10: 301-306.
- Auger S, Yuen WH, Danchin A, Martin-Verstraete I. (2002). The met IC operon involved in methionine biosynthesis in *Bacillus subtilis* is controlled by transcription antitermination. *Microbiology*, 148: 507-518.
- Assiah VF. (1996). La pisciculture en eau douce à petite échelle. AGRODOK/AGROMISA 6 700 AA Wageningen Pays-Bas. Centre technique de coopération agricole et rurale ACP/CEE/CTA. 81p.
- Assogba MHM, Ahounou SG, Bonou GA, Salifou CFA, Dahouda M, Chikou A, Farougou S, Youssao Abdou Karim I. (2018). Qualité de la Chair des Poissons: Facteurs de Variations et Impacts des Procédés de Transformation et de Conservation. *International Journals of Sciences and High Technologies*, 10: 333-358.
- Béné C, Arthur R, Norbury H, Edwar H, Allison, Malcolm, (2016). Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction; assessing the current evidence. *World Development*, 79: 177-196.
- Beramgato A. (2019). Des pesticides utilisés pour la conservation des poissons fumés ? *tchadinfo.com*, 9:52
- Bodin R.A., (2017). Transformation et conservation du poisson en Côte-D'ivoire: les possibilités d'amélioration des techniques de fumage du poisson et de sa commercialisation au niveau artisanal. Diplôme de Technologie Approfondie pour la Commercialisation des Produits de la Mer, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Côte-D'ivoire, 99 pp.
- Chiasson H, Beloin N. (2007). Les huiles essentielles, des biopesticides «nouveau genre». *Antennae*, 14: 3-6.
- Cole L.J.N. (1963). Low Temperature Biology of Foodstuffs: Recent Advances in Food Science. In *Freeze-drying of Foods* Ed. F. R. Fisher.
- CTA. (1986). Le chorkor: pour fumer le poisson. *Spore*, 3. CTA, Wageningen, The Netherlands.
- Don-Pedro KN. (1985). Toxicity of some citrus peels to *Dermestes maculatus* Deg. and *Callosobruchus maculatus* (F). *Journal of Stored Products Research*, 21: 31-34.
- Don-Pedro K.N., (1996). Fumigant toxicity of citrus peel oils against adult and immature stages of storage insect pests. *Pesticide Science*, 47: 213-223.
- Duguet JS, Brou-Bleou C, Tamboura D. (1985). Evaluation of the efficacy of deltamethrin compared with pirimiphos-methyl and tetrachlorvinphos against *Dermestes maculatus* Deg and *Necrobia rufipes* (Deg) on *Sarotherodon niloticus* at Mopti (Mali). *International Pest Control*, 27: 92-99.
- Eben Mandam C. (2017). Influence de la dégradation des mangroves sur la santé des populations du "Bois des Singes" (Douala, Cameroun). Mémoire de stage, Institut des Sciences halieutiques, Université de Douala, 58 p.
- Esser JR. 1990. Factors influencing oviposition, larval growth and mortality in *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), a pest of salted dried fish in south-east Asia. *Bulletin of Entomological Research*, 80: 369-376.
- FAO. (1981). The prevention of losses in cured fish. FAO Fish Tech. Papers. No. 219. FAO, Rome.
- FAO. (1984). Prévention des pertes de poisson séché FAO, Document technique sur les pêches, FIU/219, Rome 1984.
- FAO. (2004). Fishery Statistics. Yearbook Aquaculture production 2002. Vol. 94/2. Rome, 193 p.
- FAO. (2006). Vue générale du secteur des pêches National au Burkina Faso, profils des pêches et de l'aquaculture par Pays. 19 p.
- FAO. (2007). Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Département des pêches et aquaculture Rome 180 p.
- FAO. (2009). Document technique sur les pêches et l'aquaculture. (535), 65 p.
- FAO. (2012). Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome, 241 p.
- FAO/IFPRI. (2014). La Situation mondiale de pêche et de l'aquaculture, première partie, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome. 229 p.
- Fopa N. (2019). Poissons fumés et contraintes liés au stockage à l'Ouest Cameroun. Mémoire de stage, Institut des Sciences halieutiques, Université de Douala, 65 p.
- Frank F, Xu Y, Jiang Q, Xia W. (2013). Protective effects of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) on physico-chemical and microbial attributes of liquid smoked silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) wrapped in aluminum foil during chilled storage. *African Journal of Food Science*, 8: 1-8.
- Friendship R. (1990). The fumigation of dried fish. *Tropical Science*, 30: 185-193.
- Galichet PF. (1960). La protection du poisson sec contre les dermestes, *Dermestes maculatus* Degeer dans le bassin Tchadien. *Tropical Science*, 30: 185-193.
- Gjerstad D. (1989). Prevention of infestation by *Dermestes maculatus* Degeer in East African dried fish using pyrethrum and piperonyl butoxide. *Fishery Technology*, 26: 25-29.
- Golob P, Gueye-N'Diaye A, Johnson S. (1995). Evaluation of some pyrethroid and organophosphate insecticides as protectants of stored dried fish. *Tropical Science*, 35: 76-92.
- Golob P, Cox JR, Kilminster K. (1987). Evaluation of insecticide dips as protectants of stored dried fish from dermestid beetle infestation. *Journal of Stored Products Research*, 23: 47-56.
- Guillon M. (1976). Controlling insect pests of dried fish - an experiment in Mali. *Span* 19: 127-128.
- Green AA. (1967). The protection of dried sea fish in South Arabia from infestation by *D. Frischii*. *Journal of Stored Products Research*, 2: 331-335.
- Haines CP. (1989). A field guide to the types of insects and mites infesting cured fish. FAO Ed., n° 303.
- Hinton HE. (1945). The Histeridae associated with stored a product. *Bulletin of Entomological Research*, 35:309-40.
- Hughes AM. (1956). The mite genus *Lardoglyphus* Oudemans 1927 (=Hoshikadia Sasa and Asanuma, 1951). *Zool. Meded.*, 34: 271-85.
- Hissein O, Abdoullahi, Tapsoba F, Guira F, Zongo C, Abakar LI, Tidjani A, Savadogo A. (2018). Technologies, qualité et importance socio-économique du poisson séché en Afrique. *Revue Sciences, Technoogie et Synthèse*, 37: 49-63.
- Kouam J. (2003). Vue générale du secteur aquacole national - Cameroun. 28 p.
- Kouam J. (2004). Projets de développement piscicole et la vulgarisation agricole au Cameroun. p. 21-29, in *Aquaculture extension in Sub-Saharan Africa*. FAO Fisheries Circular (1002). Rome, FAO.
- Mallamaire A. (1955). La désinsectisation du poisson séché en Afrique Occidentale Française, Collection de référence OR-STOM B/2538.
- Mathen C, Unnikrishnan Nair TS, Ravindranath Nair P. 1992. Effect of some vegetable oils on insect infestation during storage of dry cured fish. *Fishery Technology*, 29: 48-52.

- Matsumoto K. (1970). Studies on the environmental factors for the breeding of grain mites. 8. The breeding and the age composition of the population of *Lardoglyphus konoii*. *Japan Journal of Sanitary and Zoology*, 21: 213-219.
- MINEPIA (Ministère de l'élevage des Pêches et des Industries Animales) (2011). Atelier national sur l'Aquaculture pour l'augmentation de la production et le développement du marché au Cameroun. <http://www.cameroun-info.net>.
- MINEPIA/CCIMA. (2009). Profil sectoriel d'élevage, pêches et industrie animales, centre de documentation et d'information économique, 8p.
- Moes J.E., (1980). Nigeria. Reduction of spoilage of fish caught in Lake Chad. Project report NIR/74/001/F/01/12. (unpubl. Proj. rep.).
- Ndrianaivo EN, Cornet J, Cardi M, Razanamparany L, Berge JP. (2016). Stockage des poissons fumés et ou séchés: cas de *Oreochromis niloticus* Fihasalny malgache. *Afrique Science*, 12: 254-265.
- Ndomo AF, Taponjdou LA, Ngamo Tinkeu LS, Hance T. (2009). Insecticidal activities of essential oils of *Callistemon viminalis* applied as fumigant and powder against two bruchids. *Journal of Applied Entomology*, 134: 333-341.
- Ngassoum M, Ousmaila H, Ngamo LS, Mapongmetsem PM, Jirovetz L, Buchbauer G. (2004). Aroma compounds of essential oils of two varieties of the spice plants *Ocimum canum* Sims from northern Cameroon. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17: 197-204.
- Obemeata O, Nnenna FP, Christopher N. (2011). Microbiological assessment of stored *Tilapia guineensis*. *African Journal of Food Science*, 5: 242-247.
- Okorie TG, Siyanbola OO, Ebochuo VO. (1990). Neem seed powder, as a protectant for dried *Tilapia fish* against *Dermestes maculatus* Degeer infestation. *Insect Science and its Applications*, 11: 153-157.
- Olayemi FF, Raji AO, Adedayo MR. (2012). Microbiological quality of catfish (*Clarias gariepinus*) smoked with Nigerian Stored Products Research Institute (NSPRI) developed smoking kiln. *International Research Journal of Microbiology*, 3: 426-430.
- Osuji FNC. (1974). Recent Studies on the infestation of dried fish in Nigeria by *Dermestes maculatus* and *Necrobia rufipes* with special reference to the Lake Chad district. *Tropical Stored Products Inf.*, 29: 21-32.
- Osuji FN. (1975). The effects of salt treatment of fish on the developmental biology of *Dermestes maculatus* (Coleoptera, Dermestidae) and *Necrobia rufipes* (Cleridae). *Entomology Experimentation and Applications*, 18: 472-479.
- PAM. (2019). The stat of food security, In Food security analysis (VAM), Nutrition, Zero Hunger, Sustainable development goals, Rome, 253 p.
- Peacock ER. (1975). *Dermestes peruvianus* Cast, *D. haemorrhoidalis* Küst. and other *Dermestes* spp. (Coleoptera, Dermestidae). *The Entomologist's monthly magazine*, 111: 1-14.
- Pretoru EG. (1988). Studies on control of *Dermestes maculatus* Degeer on dried fish treated by ulv application. Ph.D Thesis, Imperial College of London.
- Pouomogne V. (2007). Fresh water Aquaculture in Cameroon. Report of Research project on «Determination of high potential aquaculture areas and impact in Africa and Asia», 61 p.
- Proctor DL. (1972). The protection of smoke-dried freshwater fish from insect damage during storage in Zambia. *Journal of Stored Products Research*, 8: 139-149.
- Rajendran S, HajiraParveen KM. (2005). Insect infestation in stored animal products. *Journal of Stored Products Research*, 41: 1-30.
- Rattagool P, Methatip P, Esser JR, Hanson SW, Knowles M.J., (1990). Evaluation of insecticides to protect salted dried marine fish from insect infestation during processing and storage in Thailand. FAO Fisheries Report 401 (Suppl.), 189-204.
- Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C., (2002). Biopesticides d'origines végétales. Tec & Doc Eds. Paris, 337 p.
- Regnault-Roger C, Hamraoui A., (1995). Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelide sobtectus*(Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Stored Products Research*, 31: 291-299.
- Rivier M., Kebe F., Goli T. (2009). Fumage de poissons en Afrique de l'Ouest pour les marchés locaux et d'exportation. Rapport de l'Agence Universitaire de la Francophonie. 19 p.
- Sameza ML, Tchameni SN, Ekoue JDA, Jazet PMD, Tchoumboungang F. (2016). Growth inhibition of the stored fish (*Ethmalosa frimbiata*) fungus *Aspergillus flavus*, exposed to extracted essential oils from *Callistemon citrinus* and *Ocimum canum*. *African Journal of Microbiology Research*, 10: 1164-1172
- Satia NBP. (1991). Historique du développement de la pisciculture au Cameroun.
- Singh SM, Siddhnath RB, Aziz A, Pradhan S, Chhaba B, Narinder K. (2018). Insect infestation in dried fishes. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6: 2720-2725.
- Subasinghe RP. (2006). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. 4<sup>th</sup> Ed. 162 p.
- Tamgno BR, Tekou Ngunte H, Nyamsi Tchatcho NL, Mouamfon M, Ngamo Tinkeu LS. (2020). Insectes ravageurs des poissons fumés au cours du stockage et dégâts occasionnés dans la boucle Nord de la Réserve de Biosphère du Dja (Est-Cameroun). *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, 14: 528-538.
- Taponjdou LA, Adler C, Bouda H, Fontem D.A. (2002). Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research* 38: 395-402.
- Taylor RWD, Evans NJ. (1982). Laboratory evaluation of four insecticides for controlling *Dermestes maculatus* Degeer on smoke-dried fish. *International Pest Control*, 24:45-49.
- Tekou Ngunte H. (2018). Contraintes de stockage du poisson fumé dans la boucle Nord de la Réserve de Biosphère du Dja. Mémoire de stage, Institut des Sciences halieutiques, Université de Douala, 64 p.
- Thys E, Hardouin J. (1983). Aspect organoleptique et taux en 3,4 benzopyrène du poisson fumé commercialisé à Maroua (Nord-Cameroun). *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*, 63: 69-72.
- Walker DJ, Donegan L. (1988). Protection of fish from blow fly infestation in the wet season in Malawi by dipping in dilute aqueous insecticide preparations before sun drying. *International Pest Control*, 30: 92-94.
- Webley DJ, Airey W.A. (1982). A laboratory evaluation of the effectiveness of diflubenzuron against *Dermestes maculatus* Degeer and other storage insect pests. *Pesticide Science*, 13: 595-601.
- Wood C.D., (1982). Loss of traditionally cured fish: a case study. The Production and Storage of Dried Fish. FAO Fisheries Report No. Supplement, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 279 p.
- Yu, S.Y. (1994). Salted-dried fish in south east Asia. *Asean Food Handling Newsletter*, 43: 4-5.