
Soumis le : 22 Décembre 2011
 Forme révisée acceptée le : 16 Mai 2012
 Email de l'auteur correspondant :
 ablawad2000@yahoo.fr

Nature & Technologie

Transformation artisanale des crevettes (*Penaeus spp*) au sud du Bénin: évaluation des performances techniques des équipements et procédés de fumage

René G. DEGNON*; Edwige DAHOUEENON-AHOUSI* ; Euloge S. ADJOU* ; Dominique C.K. SOHOUNHLOUE*

**Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée. Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 01 BP : 2009 Cotonou, Rép. du Bénin.*

Résumé

La présente étude vise l'évaluation et la comparaison des performances techniques des principaux équipements et procédés artisanaux de fumage de crevettes au sud du Bénin. A cet effet, les plus importantes pêcheries crevettières des zones lagunaires du sud du Bénin ont été enquêtées pour identifier et caractériser les fumoirs de crevettes utilisés. Il en résulte que les productrices utilisent quatre (04) principaux fours, notamment le four barrique, le chorkor, le four traditionnel en terre cuite et le four parallélépipédique. Bien que le four barrique soit le plus utilisé (95 %), le chorkor est globalement le plus performant : il est caractérisé par une plus grande capacité de production (54,07 kg de crevettes fraîches), une consommation moyenne de combustible (0,63 kg/kg de crevettes fraîches) et une plus faible teneur en eau des crevettes fumées (15,41%). De plus, il est d'une utilisation facile et sécurise au mieux la santé des opératrices contre les risques de brûlure et les nuisances de fumée suffocante. Les analyses microbiologiques ont révélé que même si la qualité des crevettes fraîches était défectueuse, à cause de l'insalubrité des aires et du matériel de pêche ainsi que des mauvaises pratiques de capture et de manutention, le fumage améliore globalement sa qualité et la rend conforme aux exigences normatives.

Mots clés : Crevettes, fumage, équipements, performance, qualité, commercialization

Abstract

This study aims to evaluate and compare the technical performance of major equipment and procedures for smoking shrimp in southern Benin. The important shrimp fisheries in southern Benin were surveyed to identify and characterize the smoking shrimp used. The results indicated that four (04) main oven were used including the Barrel oven, the Chorkor oven, the traditional clay oven and the oven parallelepiped. While Barrel oven is the most used (95%), the Chorkor oven is generally the most efficient: it is characterized by a greater production capacity (54.07 kilograms of fresh shrimp), an average fuel consumption (0.63 kg / kg of fresh shrimp) and a lower water content of smoked shrimp (15.41%). Moreover, it is easy to use and secure the best health of the operators against the risk of burns and choking smoke nuisance. Microbiological analyzes revealed that although the quality of fresh shrimp was failing because of unsafe areas and fishing equipment as well as bad practices capture and handling, smoking improves overall quality and makes it consistent normative requirements>

Keywords : shrimp, smoking, equipment, performance, quality, marketing

1. Introduction

Tout comme l'agriculture et l'élevage, la pêche constitue l'une des activités socles de l'économie béninoise. Cette activité fait l'objet de commercialisation tant à l'échelle nationale qu'internationale. Les produits

issus de la pêche sont variés et diversifiés, mais une attention particulière est portée sur la pêche crevettière qui revêt une importance capitale dans le secteur de la production halieutique nationale (Cakpovi, 2005). La pêche crevettière est une activité séculaire de grande importance socio-économique pour les populations du littoral et des zones lagunaires du Bénin. La production crevettière des eaux continentales du sud-Bénin est

estimée à 3000 tonnes par an, tandis que celle des eaux maritimes était évaluée en moyenne à 500 tonnes par an au cours des dix dernières années (Pliya, 1980 ; CCIB, 2004). L'industrie de transformation n'exploite que le tiers de cette production pour en tirer des produits élaborés destinés à l'exportation. Il s'agit notamment de crevettes crues entières, de crevettes crues étêtées, de crevettes crues décortiquées et de crevettes cuites décortiquées (Cakpovi, 2005). Ces produits génèrent un chiffre d'affaires de plus de 10 milliards de FCFA par an. Plus de 2000 tonnes de crevettes sont donc valorisées par le secteur du traitement artisanal dont l'activité prédominante demeure le fumage. Les crevettes des eaux continentales sont plus utilisées pour le fumage que celles des mers qui, après fumage, ne rosissent pas et donc n'ont pas une grande valeur marchande (FAO, 1990). L'activité de fumage des crevettes occupe donc une place importante. Cependant, malgré son importance, le traitement artisanal des crevettes est très peu abordé par la recherche scientifique au Bénin et il en résulte une inexistence de données suffisantes pouvant permettre une appréciation des technologies de fumage mises en œuvre et l'impact de celles-ci sur la qualité des produits obtenus. C'est pourquoi la présente étude portant sur l'évaluation des performances techniques des équipements et des procédés de fumage utilisés au sud du Bénin, vise spécifiquement l'inventaire des équipements et procédés de fumage, l'analyse comparative de leur performance, la détermination de la qualité hygiénique des crevettes fumées ainsi que leurs différents circuits de commercialisation.

2. Matériel et Méthode

2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de crevettes (*Penaeus spp*) fraîches (ne présentant aucun signe visible d'altération) et de crevettes fumées collectées dans les zones investiguées.

2.2. Zone de l'étude

En fonction de la distribution hydrogéologique du Bénin, quatre (4) localités de forte activité de production de crevettes situées dans zone méridionale du Bénin ont été retenues pour cette étude. Il s'agit des villages lacustres de :

- Sô-Tchanhoué, sur le lac Nokoué, dans la commune de Sô-Ava, département de l'Atlantique ;
- Houedomè, sur le fleuve Ouémé, dans la commune des Aguéués, département de l'Ouémé ;
- Tchonvi, sur le lac Nokoué, dans la commune de Sèmè-Kpodji, département de l'Ouémé ;

- Guézin sur le lac Ahémé, dans la commune de Comè, département du Mono.

2.3. Enquête semi-structurée

Afin d'inventorier les technologies de transformation artisanale des crevettes et d'identifier les principaux fumoirs utilisés dans les zones d'étude aux fins de leur évaluation technologique, une enquête semi-structurée a été réalisée. L'enquête s'est adressée à quatre catégories d'acteurs, notamment les pêcheurs, les transformateurs, les commerçants et les consommateurs de crevettes (tableau 1). Tandis que les pêcheurs et les transformateurs ont été choisis de façon aléatoire sur les pêcheries, les commerçants et les consommateurs ont été choisis de façon raisonnée, parmi les vendeurs permanents et les consommateurs habituels de crevettes. L'enquête a été réalisée par interview structurée directe et indirecte sur la base de questionnaires pré-élaborés en tenant compte de la spécificité de chaque catégorie d'acteurs. Cette enquête permettra aussi d'identifier un site approprié pour les expérimentations des fumoirs sélectionnés, prélever des échantillons de crevettes fraîches et des crevettes fumées pour les analyses de laboratoire et de caractériser les principaux circuits de distribution des crevettes fumées.

Tableau 1 :
Effectifs et catégories des enquêtés

Catégories	Taille de l'échantillon
Pêcheurs	40
Transformatrices	40
Commerçants	20
Consommateurs	20

2.4. Evaluation des paramètres technologiques des fumoirs

L'évaluation technologique des fours a été effectuée sur la base de données techniques et de paramètres opératoires, notamment, les dimensions des fours et leur capacité réelle (masse de crevettes fraîches par charge), la durée moyenne de fumage ainsi que l'ergonomie. Ces données ont été collectées à l'aide du petit matériel ci-après : un mètre ruban de type "Betterfly Brand" a servi pour la mesure des dimensions des fours évalués; un peson de marque "Soehle" de portée 10 kg est utilisé pour déterminer les masses des matières premières et des produits finis; la durée des opérations de fumage a été évaluée avec un chronomètre de marque "Porpo"; l'ergonomie a été appréciée de façon qualitative à travers la fréquence d'exposition de l'opératrice à la fumée et à la chaleur ainsi que les risques de brûlure. La teneur en eau résiduelle des crevettes a été évaluée par étuvage à 105°C pendant 24h (AOAC, 1995).

2.5. Méthode de fumage des crevettes

Les crevettes fraîches sont débarrassées des corps étrangers (déchets et autres) et sont rincées à l'eau froide. Après environ cinq à dix minutes d'égouttage, elles sont étalées sur la claie du fumoir préalablement nettoyée et parfois légèrement lubrifiée à l'huile d'arachide. La claie chargée est ensuite posée sur le fumoir entretenant un feu allumé 10 à 20 minutes d'avance. Pour l'ensemble des fours expérimentés, la méthode de fumage reste la même et peut être représentée par le diagramme technologique de la figure 1. On distingue deux principales phases durant ce processus de fumage à chaud :

- **Le fumage-cuisson** qui dure environ une heure et pendant laquelle la claie est retournée une seule fois. La température du produit sur la claie varie entre 104 et 145°C. A l'issue de cette phase, les crevettes sont entièrement rousses, cuites et légèrement déshydratées. Alors, une diminution significative de l'intensité du feu est provoquée par l'opératrice à travers une légère aspersion d'eau. Les crevettes sont couvertes de nattes pour mieux y concentrer la chaleur et la fumée.

- **Le fumage-séchage** qui dure plusieurs heures selon le type de four. La température du produit sur la claie varie généralement entre 57 et 100°C. On procède à 2 à 3 retournements de claie. Une forte déshydratation du produit final est obtenue à la fin de cette phase et lui confère une bonne aptitude à la conservation.

2.6. Analyse de la qualité sanitaire et sensorielle des crevettes

Le prélèvement des échantillons de crevettes pour les analyses sensorielles et microbiologiques a été effectué dans des conditions aseptiques : des gants stériles en latex sont utilisés pour la protection des mains lors des prélèvements; les échantillons de crevettes sont pris avec des spatules, emballés dans des sachets stériles et conditionnés dans une glacière portative de type "ESKIMO". L'ensemble du matériel de prélèvement est préalablement stérilisé avec du coton imbibé d'alcool à 90°.

2.7. Evaluation de la qualité sensorielle des crevettes fraîches

L'évaluation sensorielle des crevettes a permis de déterminer l'état de fraîcheur de celles-ci avant le fumage. Il s'agit d'une inspection consistant à rechercher d'éventuelles altérations sur la base des critères de qualité préalablement définis, notamment, l'état physique de la carapace, l'odeur de la carapace, l'odeur de la crevette, l'aspect du tissu et l'état de la paroi abdominale et de

l'anus (Sèdogbo, 2004). La crevette est alors classée selon la note globale obtenue (Cakpovi, 2005).

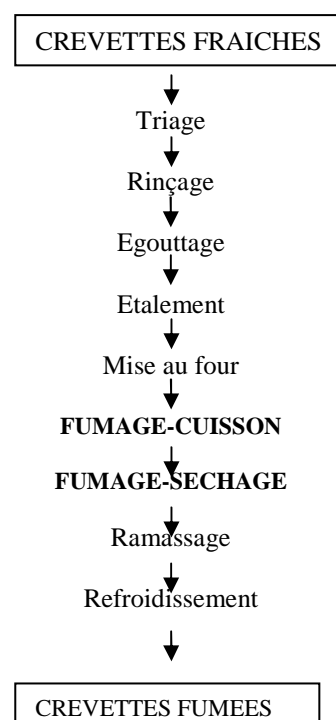


Figure 1: Diagramme technologique

2.8. Analyses microbiologiques des crevettes fraîches et fumées

Les échantillons prélevés ont été évalués en recherchant par des méthodes standards les paramètres : flore mésophile totale à 30°C (germes totaux ; NF V08-051) ; coliformes totaux, coliformes thermotolérants et *Escherichia coli* (NF ISO 4831) ; Staphylocoques (*Staphylococcus aureus*) à 37°C (NF EN ISO 6888-1) ; Salmonelles (NF V 08 - 052) ; levures et moisissures (ISO 7954) ; Streptocoques fécaux (ISO 7899/2) ; spores d'Anaérobies Sulfito-réducteurs (NF V 08-061). Cette évaluation a été réalisée en utilisant comme supports, les techniques standards d'analyses rapportées par Joffin et Joffin (2003). Les milieux de cultures et réactifs utilisés proviennent des Laboratoires BioMérieux et Diagnostics Pasteur. L'interprétation des résultats a été faite suivant un plan à deux classes en référence aux critères microbiologiques pour les produits animaux et dérivés (guide législatif et réglementaire français, N°8155 du 12 décembre 2000), fixant le seuil de tolérance à M = 103UFC/g ou ml pour les coliformes thermotolérants (*E. coli*, 44°C) ; à M = 102UFC/g ou /ml pour *S. aureus* et à

l'absence dans 25 ml de produit analysé pour les salmonelles.

- *Numération de la flore totale*

Elle a été réalisée par un ensemencement dans la masse. Un (1) ml de la suspension mère et de ses dilutions décimales en duplicata ont été ensemencés dans la Gélose Plate Count Agar (PCA) en surfusion. L'incubation a été effectuée à 30°C pendant 48h ; puis le dénombrement et la moyenne des germes en Unité Formant Colonie (UFC)/g d'échantillon analysé ont été faits selon la méthode spécifiée par la norme NF V08-051.

- *Numération des levures et moisissures*

Des aliquotes de 0,1ml de la suspension mère et de ses dilutions décimales ont été ensemencées en surface sur la gélose Sabouraud au Chloramphénicol, initialement préparée et coulée dans des boîtes de pétrie de 9cm de diamètre. Le dénombrement des colonies blanches ou colorées, lisses et crémeuses de levures et des moisissures sous forme poudreuse a été effectué après 5 jours d'incubation à 25°C selon la norme ISO 7954.

- *Recherche des coliformes totaux et fécaux*

Les coliformes totaux sont recherchés selon la méthode NPP décrite par la norme NF ISO 4831. La recherche des coliformes thermotolérants est effectuée par comptage des colonies obtenues à 44°C selon la méthode spécifiée par la norme NF V 08-060.

- *Recherche des Staphylocoques*

La technique d'étalement en surface de 0,1ml d'inoculum (échantillon et dilutions décimales) sur le milieu Baird Parker complet réalisée en duplicata a été utilisée. L'incubation des milieux ensemencés a été faite à 37°C/48H. Les colonies caractéristiques noires brillantes entourées d'halo clair ont été dénombrées ; puis repiquées sur Chapman suivies de coloration de Gram. Parallèlement d'autres colonies ont été triturées dans 5mL de Bouillon Coeur Cerveille (BCC) et incubées à 37°C/24heures pour le test de la coagulase. La réalisation du test a consisté au mélange dans un rapport de 1/3 respectivement pour le BCC ensemencé et le sérum de lapin, le tout a été incubé à 37°C/6 heures; la première lecture a été faite 3heures après. Les tubes positifs correspondent à une prise en masse du contenu. La méthode utilisée est celle décrite par la norme NF EN ISO 6888-1

- *Recherche des Streptocoques fécaux*

Les Streptocoques fécaux sont des microorganismes se développant à 37°C sur le milieu Slanetz et Barley, donnant une réaction positive à 44°C sur une gélose biliée

à l'Esculine et une réaction négative à la catalase. La méthode utilisée est celle décrite par la norme ISO 7899/2.

- *Recherche des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs*

La recherche des spores d'Anaérobies Sulfito-réducteurs permet d'évaluer les risques de toxi-infection à *Clostridium spp*. Le milieu de culture utilisé est Tryptone Sulfite Néomycine (TSN). La méthode utilisée est le dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfito-réducteurs décrite par la norme NF V 08-061.

- *Recherche des Salmonella*

La recherche des Salmonella dans les aliments comporte des étapes essentielles à savoir : le préenrichissement, l'enrichissement, l'isolement et la confirmation. La méthode utilisée pour cette recherche est celle spécifiée par la norme NF V 08-052.

2.9. Analyses statistiques

L'analyse des données a été réalisée avec la méthode ANOVA à un et deux facteur (s) à l'aide du logiciel STATISTICA (Stat., Soft, Inc, 1995). Les différences statistiques avec une valeur de probabilité inférieure à 0,05 ($P < 0,05$) sont considérées comme significatives. Quand la probabilité est supérieure à 0,05 ($P > 0,05$) les différences statistiques ne sont pas significatives.

3. Résultats et discussion

3.1. Enquête semi-structurée

L'enquête semi-structurée réalisée dans les villages lacustres à forte activité crevettière a révélée que la principale activité de transformation post-capture de crevettes, notamment le fumage, est exclusivement féminine (100%), la pêche crevettière étant pratiquée exclusivement par les hommes. Dans 62.5% des cas, les transformatrices sont organisées en groupement à vocation coopérative, fonctionnant à temps partiel de Décembre à Juillet. En dehors du fumage qui représente 90% des cas, les autres formes de transformation de crevettes (crevettes cuites, crevettes frites, galettes de crevettes) n'existent que de façon marginale (10%).

L'enquête a également permis d'identifier quatre types de fumoir pour l'évaluation technologique (figure 1). Il s'agit du four barrique noté (FB), du four circulaire en terre cuite (FTC), du four parallélépipédique (FPa) et du four chorkor (FCh) (Figure 2). La description de ces équipements se présente comme suit :

Four barrique: Ce four est fabriqué à partir d'un demi-fût de récupération, muni d'une ouverture de foyer en bas et supportant une claie grillagée pour l'étalement des crevettes (photo 1). Le four utilisé ici a une surface de 2 m², une large ouverture de foyer de 0,51 m et une hauteur de 0,49 m ; sa capacité nominale est de 16,27 kg de crevette par charge.

Four parallélépipédique : il s'agit d'un fumoir à support métallique fabriqué à partir de fût découpé et façonné en forme de parallélépipède rectangle; il porte une claie unique et grillagée, d'environ 2 m² de surface et d'une capacité de 37,67 kg de crevettes fraîches environ (photo 2).

Four traditionnel en terre cuite : c'est un pot en argile cuite à forme conique, avec un orifice de foyer de 32 cm x 22 cm et surmonté d'une claie grillagée, d'une surface de fumage d'environ 1,5 m² (photo 3). La capacité réelle de ce four est de 16,23 kg de crevette par charge.

Four chorkor : il s'agit d'un fumoir fixe rectangulaire et compartimenté, construit en parping ou en briques de terre stabilisée, muni d'une ouverture de foyer par compartiment. Il est deux fois plus long que large (photo 4) et supporte en moyenne 6 à 8 claies en bois grillagées. Il a une capacité réelle de 54,07 kg de crevettes fraîches.



Photo 1: Four barrique

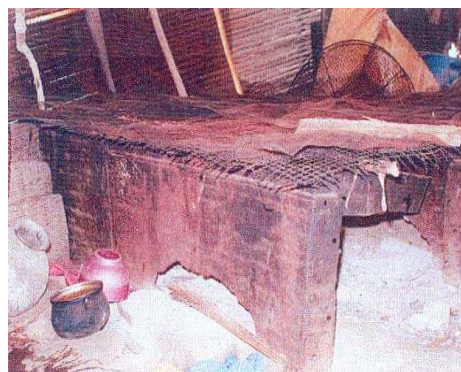


Photo 2: Four parallélépipédique

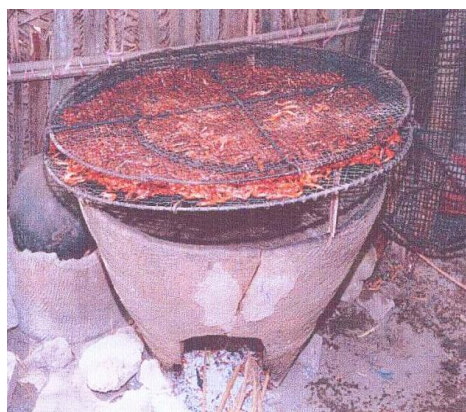


Photo 3: Four traditionnel en terre cuite

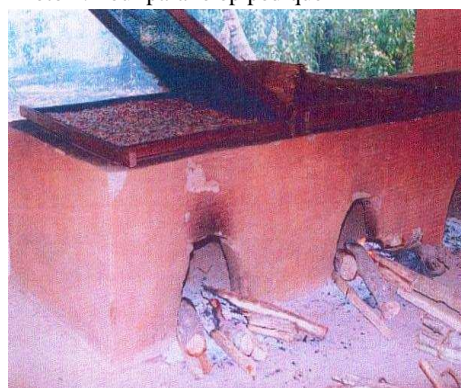


Photo 4: Four chorkor

Figure 2: Fumoirs expérimentés

Les résultats obtenus ont également montré que le four préféré par les transformatrices est le four barrique: il est utilisé, seul par 47,5% des enquêtées, en association avec le four Chorkor, par 42,5% et avec le four parallélépipédique, par 5% ; soit au total par 95% de l'échantillon enquêté. Il est suivi par le four Chorkor, jamais utilisé seul mais toujours en association avec d'autres fours par 52,5% des enquêtées (tableau 2). Le four parallélépipédique et le four circulaire en terre cuite sont utilisés accessoirement par 10% des transformatrices.

La très forte utilisation du four barrique tient de son accessibilité à moindre coût, de sa facilité et surtout de son adaptabilité aux faibles capacités de production des transformatrices. De plus, il est amovible, donc transportable d'une pêcherie à l'autre par les mareyeuses. Le Chorkor par contre est un fumoir fixe, d'origine ghanéenne, vulgarisé sur la côte ouest-africaine par des institutions étatiques et des ONG mais faiblement adopté par les mareyeuses parce que celles-ci n'arrivent pas à disposer de la quantité suffisante de produit pour remplir les claies de ce four. Il n'est donc pas rare de rencontrer

dans certaines pêcheries du sud du Bénin (Grand Popo, Aïguenou, Nicoué-Condji, Ganvié...) et sur la route des pêches des fours Chorkor abandonnés par les mareyeuses qui préfèrent le four barrique, jugé plus pratique.

Tableau 2 : Fréquence d'utilisation des fours par les transformatrices

Fours et combinaison de fours	Fréquences	Proportion (%)
FB	19	47,5
FCh + FB	17	42,5
FPa + FB + FCh	2	5
FTC + FCh	2	5
Total	40	100

3.2. Paramètres technologiques du fumage des crevettes

Capacité des fumoirs en crevettes fraîches : Le four Chorkor (FCh) à une capacité nettement supérieure à celles des autres fours, soit 54,07 kg par charge, tandis que les plus petites charges de crevettes fraîches sont enregistrées au niveau du four traditionnel en terre cuite (FTC), soit 16,23 kg et du four barrique (FB), soit 16,27 kg contre 37,67 kg pour le four parallélépipédique (FPa). L'analyse de variance révèle une différence hautement significative ($P < 0,05$) entre les capacités sus-énumérés. Cette performance significative du four chorkor a été mentionnée par IFAD, (1997) de fumage de poissons.

Consommation spécifique de combustibles : La consommation spécifique de combustible est un paramètre très important dans l'évaluation des performances techniques d'un fumoir. Plus ce facteur est élevé, plus grande est la charge de production à supporter. La consommation spécifique de combustibles, c'est-à-dire la quantité de bois utilisé par kg de crevettes fraîches, varie en fonction du type de fumoir : Le four parallélépipédique (FPa) à la consommation spécifique la plus élevée ($1,25 \pm 0,02$ kg/kg). La plus faible consommation spécifique de combustibles est enregistrée au niveau du four Chorkor (FCh), soit 0,63 kg/kg. Le four barrique (FB) et le (FTC) consomment respectivement 0,94 kg/kg et 0,79 kg/kg. L'analyse de variance révèle une différence hautement significative ($p < 0,0001$) entre les consommations de bois des différents fumoirs. Ainsi, le four traditionnel en terre cuite (FTC), le four barrique (FB) et four parallélépipédique (FPa) sont moins recommandables que le four Chorkor (FCh) par rapport à la consommation en combustible. Cette performance du four Chorkor confirme les résultats obtenus par d'autres auteurs (IFAD, 1997) lors de l'évaluation des performances techniques de ce four dans le cadre du fumage du poisson. En effet, une performance d'environ 0,21 kg de bois/kg de thon frais est enregistrée

pour l'utilisation du four chorkor contre 0,39 kg de bois/kg de thon pour le four rond traditionnel en terre cuite. Ces résultats montrent quelque soit le produit halieutique considéré, le four Chorkor est plus performant et son adoption contribuerait à réduire la forte pression exercée sur les couverts végétaux, du fait de l'utilisation abusive du bois de la mangrove pour le fumage dans les zones littorales et lagunaires du sud du Bénin.

Durée de fumage des crevettes : Les durées de fumage des crevettes sont presque identiques deux à deux pour l'ensemble des fours utilisés (tableau 4). Elles sont d'environ 5,04 h et 5,39 h respectivement pour les fours barrique et en terre cuite et de 8,33 h et 8,36 h pour le four Chorkor et le four parallélépipédique. Ces durées de fumage sont aussi en relation la capacité du fumoir. La durée de fumage est d'autant plus longue que la capacité du four est grande.

Ergonomie comparée de l'activité du fumage : Le tableau 3 présente les données ergonomiques liées à l'utilisation des fumoirs. L'analyse de ces données montre que Le four Chorkor (FCh) est beaucoup moins contraignant à l'utilisation par les opératrices. Contrairement aux autres fumoirs, il expose moins les transformatrices à la fumée et à la chaleur. De plus le risque de brûlure des mains est quasi inexistant. Il en découle que ce fumoir prédispose moins les transformatrices à des troubles de santé : il réduit leur susceptibilité à contracter la conjonctivite (inflammation de la muqueuse oculaire) et les affections des voies respiratoires et pulmonaires, le cancer etc. Ces troubles de santé seraient dus aux composants chimiques de la fumée issue de la combustion du bois. Les composés les plus dangereux sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les acides organiques (Knockaert, 1990).

Teneur en eau résiduelle des crevettes fumées : La teneur en eau résiduelle des crevettes fumées varie en fonction du type de fumoir (tableau 4) et dépend certainement de la durée de la phase de fumage-séchage. Elle est plus faible chez le four Chorkor, soit 15,41 %. Cette valeur de teneur en eau est conforme aux exigences normatives car elle permet une meilleure conservation des crevettes fumées (IFAD, 1997).

3.3. Qualité microbiologique des crevettes fraîches et fumées

Les résultats de l'évaluation de la qualité hygiénique des crevettes fumées produites en milieu contrôlé et celles commercialisées dans les zones d'étude sont présentées dans les tableaux 5 et 6. Le choix des crevettes fraîches ne présentant aucun signe visible d'altération est très important car il permet d'évaluer l'état réel de fraîcheur des crevettes. En effet, selon les travaux de Laghmari et El-Marrakchi, (2005), les crevettes stockées à température

ambiante présentent après un certain temps des signes marquants d'altération à savoir : une décoloration modérée, un céphalothorax qui se détache facilement, une carapace écrasée, une chair de couleur opaque et une odeur de rance très prononcée associée à la putréfaction.

Les résultats de l'analyse microbiologique montrent que la charge microbienne des échantillons est plus élevée au niveau des crevettes fraîches qu'au niveau des crevettes fumées. Cette charge microbienne varie aussi en fonction du type de fumoir utilisé.

Tableau3.

Données ergonomiques liées à l'utilisation des fumoirs

Paramètres	FB	FCh	FTC	FPa
Exposition à la fume	++	+	++	+++
Exposition à la chaleur	+++	+	++	+++
Fréquence d'exposition à la fumée et à la chaleur	++	+	++	+++
Risque de brûlure	+++	-	++	++++

- : presque inexistant ; + : Faible ; ++ : Elevé ; +++ : Assez élevé ; ++++ : Très élevé.

Tableau 4.

Paramètres technologiques du fumage

Type de four	Capacité (kg de crevettes/charge)	Consommation spécifique de combustibles (kg de bois/kg de crevettes)	Durée de fumage (en heure)	Teneur en eau résiduelle (%)
FB	16,27	0,94	5,04 ±0,13	17,71
FCh	54,07	0,6.1	8,33±0,07	15,41
FTC	16,23	0,79	5,39±0,20	17,25
FPa	37,67	1,25	8,36±0,20	18,12

Tableau 5 :

Charges microbiennes des crevettes fraîches et fumées brutes (UFC/g) produites en milieu contrôlé

Germes	Crevettes fraîches	Crevettes fumées brutes				Normes*
		FB	FCh	FTC	FPa	
Flore totale	>300	4,0 10 ¹	1,0 10 ¹	1,2 10 ¹	2,3 10 ¹	<50
Coliformes totaux	10 ²	8,6 10 ¹	0,00	1,7 10 ¹	7,3 10 ¹	<10 ³
Coliformes thermotolérants	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<10 ²
<i>E. coli</i> présumés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<10
Streptocoques fécaux	1,2 10 ²	3,8 10 ¹	0,1 10 ¹	3,2 10 ¹	2,7 10 ¹	<10 ³
Spores de <i>Clostridium</i>	1,6 10 ¹	0,2 10 ¹	0,00	0,5 10 ¹	0,3 10 ¹	<10
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<10 ²
<i>Salmonella spp</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Absent/25g
Levures	<300	3,310 ¹	0,2 10 ¹	0,4 10 ¹	6,6 10 ¹	-
Moisissures (/g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

*guide législatif et réglementaire français, N° 8155 du 12 décembre 2000

Tableau 6 :

Charges microbiennes des crevettes fumées commercialisées dans les cités lacustres

Germes	Sô-Tchanhoué	Houedomè	Tchonvi	Guézin	Normes*
Flore totale	>300	>300	>300	>300	<50
Coliformes totaux	9,0 10 ¹	3,0 10 ¹	7,0 10 ¹	6,0 10 ¹	<10 ³
Coliformes thermotolérants	6,0 10 ¹	2,0 10 ¹	3,0 10 ¹	4,0 10 ¹	<10 ²
<i>E. coli</i> présumés	4,0 10 ¹	1,0 10 ¹	6,0 10 ¹	2,0 10 ¹	<10
Streptocoques fécaux	0,5 10 ¹	0,8 10 ¹	0,5 10 ¹	0,5 10 ¹	<10 ³
Spores de <i>Clostridium</i>	0,9 10 ¹	0,4 10 ¹	0,2 10 ¹	0,6 10 ¹	<10
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,3. 10 ²	0,6. 10 ²	0,4. 10 ²	0,9. 10 ²	<10 ²

<i>Salmonella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	Absent/25g
Levures	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Moisissures	$6,1 \cdot 10^1$	$4,1 \cdot 10^1$	$8,1 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$	-

*guide législatif et réglementaire français, N° 8155 du 12 décembre 2000

L'analyse des résultats montre que la charge microbienne des échantillons est plus élevée au niveau des crevettes fraîches qu'au niveau des crevettes fumées. On note une réduction substantielle de la flore totale, des coliformes totaux, des Streptocoques fécaux et des spores de *Clostridium spp*. On note également une absence d'*E.coli* et de *Staphylococcus aureus* dans les échantillons de crevettes. L'absence de ces microorganismes dans les échantillons pourrait se justifier par le fait que ces germes sont respectivement témoins de contamination fécale et de contamination cutanéomuqueuse et ne pourraient provenir que des manipulateurs (Untermann, 1998). Cependant, leur présence dans les échantillons en provenance des marchés résulterait d'une recontamination des échantillons, confirme les résultats précédant et montre une contamination certaine des échantillons due aux conditions de vente des crevettes dans les marchés investiguées. En effet, la contamination élevée de ces échantillons résulterait du faible niveau d'hygiène au niveau de certains vendeurs. De même, l'exposition des crevettes pour la vente pourrait également constituer une source de contamination. Ces mêmes résultats sont obtenus au niveau des aliments vendus dans la rue. Les germes identifiés dans ces échantillons sont majoritairement les entérobactéries et les staphylocoques. Selon W.H.O (1998), les données épidémiologiques en milieu hospitalier montrent une prévalence de 19% des maladies diarrhéiques dont 70% des cas sont d'origine alimentaire. Les causes sont essentiellement liées aux mauvaises conditions de transformation et de vente (Leclerc et al., 2002). Dans une étude précédente portant sur la corrélation entre la pollution de l'environnement et la qualité des crevettes du lac Nokoué au sud Bénin, Dossou et al. (2007) ont mis en cause la qualité sanitaire des crevettes fraîches au regard des normes internationales et ont estimé que seules les techniques de transformation artisanales (fumage, cuisson) ou industrielles (lavage, décorticage, congélation) pouvaient contribuer à abaisser la charge microbienne desdites crevettes en dessous des valeurs limites tolérées. La présente étude confirme bien ces observations. Cependant, le fumoir de type chorkor entraîne une réduction plus importante de la charge microbienne avec une absence totale de germes pathogènes. Ce type de fumoir est alors recommandé pour garantir la qualité hygiénique des crevettes fumées. Aussi, l'absence des *Salmonella spp* dans tous les échantillons de crevettes analysés est conforme aux prescriptions normatives qui recommandent une absence de ce microorganisme pathogène dans les produits alimentaires (norme codex pour les crevettes : *codex stan 37, rév. 1995 et guide*

législatif et réglementaire français, N° 8155 du 12 décembre 2000). En effet, les bactéries du genre *Salmonella* et principalement *S.tiphy* et *S. paratiphy* possèdent de nombreux facteurs de virulence : présence de pili, production de toxines, capacité à survivre dans les macrophages et présence de plasmide de virulence (Sutra et al., 1998) et sont associées principalement aux toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).

4. Conclusion

La présente étude réalisée au sud du Bénin révèle qu'il existe une diversité de pratiques de transformation artisanale des crevettes dont la friture, la mouture des crevettes, la préparation des galettes à base de crevettes et le fumage. Le fumage demeure, cependant, la technique la plus pratiquée dans ce secteur. A l'issue des évaluations technologiques, le four Chorkor s'est avéré significativement plus performant en matière de fumage des crevettes de par sa grande capacité (54,07 kg de crevettes), sa faible consommation spécifiques en combustibles (0,63 kg/kg de crevettes) et la quasi homogénéité du fumage due à la bonne répartition horizontale et verticale de la température de fumage. Ce four est moins tracassant, valorise au mieux le temps et présente de faibles risques de maladies pour les transformateurs. Par ailleurs les crevettes fumées sorties des centres de traitements artisanaux sont mal conservées et mal exposées sur les marchés de distribution et constitue un risque permanent de recontamination.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement le Département des Technologies Alimentaires de l'Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey-calavi pour son support financier dans la réalisation de ce travail.

Références

1. A.O.A.C, 1995: Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16th Edition. AOAC International, Arlington, Virginia.
2. Cakpovi C., 2005 : Transformation artisanale des crevettes (*Penaeus spp*) au Sud du Bénin, contribution à l'évaluation technologique des procédés de fumage. Mémoire de Diplôme d'Ingénieur, Ecole Polytechnique d'Abomey-calavi, Université d'Abomey-calavi, 77p.

3. CCIB, 2004. Chambre de Commerce et d'Industrie du Bénin. Rapport
4. Dossou J., Tobada P., Sedogbo Y. A., Mama D., Tossou S., Ouikoun G., Laleye P., Capochichi B., (2007) : Impact de la pollution de l'environnement sur la qualité sanitaire des crevettes capturées sur les pêcheries du lac Nokoué. Annale de la Faculté des Sciences Agronomiques du Bénin. Université d'Abomey-calavi ; 5 ; 123-127.
5. FAO. 1990. Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord, Food and Agriculture Organization, COPACE/PACE Séries, 90/51: 249 p.
6. IFAD/UNDP (1997), The Chorkor Smoker in Southeast Nigeria.; Federal Development of Fisheries, Abuja, Nigeria, 69p.
7. Joffin C. et Joffin J-N. (2003): Microbiologie alimentaire. Biologie et Technique, 5è édition, CRDP Aquitaine, 212p.
8. Knockaert C., (1990) Le fumage du poisson. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Plouzané, France, 151p.
9. Laghmarh I. et EL Marrakchi A., (2005). Appréciation organoleptique et physico- chimique de la crevette rose *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) conservée sous glace et à température ambiante. Revue Méd. Vét., 156, 4, 221-226.
- d'activité. 156 p.
10. Leclerc H., Schwartzbrod L., et Dei-Cas E., 2002. Microbial agents associated with waterborne diseases. Crit Rev. Microbiol 28, 371 – 409.
11. Pliya J., (1980): La pêche dans le Sud-Ouest du Bénin: Etude de géographie appliquée sur la pêche continentale et maritime. Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT), Paris, France, 231p.
12. Sèdogbo Y. A., 2004 : Impact de la pollution environnementale sur la qualité des crevettes capturées au Bénin : cas des pêcheries du Sud du lac Nokoué. Mémoire de Diplôme d'Ingénieur, Ecole Polytechnique d'Abomey-calavi, Université d'Abomey-calavi, 106 p.
13. Sutra L., Federighi M., Jouve J-L., (1998). Manuel de Bactériologie Alimentaire. 4 th ed, Polytechnica, Paris, France.
14. Untermann F., 1998. Microbial hazards of food. Food Control, 9; 119-126.
15. WHO/FAO, 1998. Forty-ninth meeting of the Joint Expert Committee on Food Additives. Food and Agricultural Organization of the United Nation. Rome, 140 p.