

Conserver et transformer le poisson

Collection « Le Point Sur »
Guide technique et méthodologique

La collection « Le Point Sur »
est co-éditée par le MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION et le GRET.

Ce livre a également bénéficié de l'appui du CTA et de l'ACCT.

Cet ouvrage a été rédigé par les équipes « Transformation des produits alimentaires » et « Échanges et communication » du GRET.

Nous remercions pour leur collaboration à cet ouvrage :

Kobla AMEGARI	Programme régional CEE, « Valorisation des produits de la pêche en Afrique de l'Ouest »
Yannick BARRET	Association Geyser, Corconne
Christophe BEAU	Association Geyser, Corconne
Laurence BOBO	GRET
Joof CHERNO	Programme régional CEE, « Valorisation des produits de la pêche en Afrique de l'Ouest »
Didier EYCHENNE	GRET
Isabelle GATTEGNO	GRET
Florence MIROUX	GRET
Corinne MONCEL	GRET
Philippe PRIGENT	CEASM
Florence TARTANAC	GRET
Françoise WEILL	CEASM

LA COLLECTION « LE POINT SUR »

Les titres publiés dans cette collection sont principalement destinés aux techniciens et décideurs, mais peuvent être utiles aux scientifiques, professeurs et étudiants. Ils sont rédigés et conçus de la façon suivante :

- l'essentiel du contenu est accessible à des personnes n'ayant pas suivi d'études supérieures ou scientifiques ;
- les technologies sont situées dans le contexte économique, social et culturel dans lequel elles peuvent contribuer au développement ;
- le lecteur trouve en annexe d'abondants renseignements pour l'aider dans sa recherche d'informations (bibliographies, adresses de centres de recherche, de spécialistes, de constructeurs...).

Soucieux d'élargir la diffusion et le rayonnement de cette collection, les éditeurs sont ouverts à toutes suggestions et collaborations.

**OUVRAGES PARUS DANS LA COLLECTION
« LE POINT SUR »**

- Du grain à la farine. (1988, 140 FF) *
- Les éoliennes de pompage. (1989, 100 FF) *
- Danger, termites ! Préserver les constructions des dégâts des termites. (1990, 100 FF)
- L'irrigation villageoise. Gérer les petits périmètres irrigués au Sahel. (1992, 170 FF)
- Produire du savon. Technique de production à l'échelle artisanale et micro-industrielle. (1992, 80 FF)
- Diagnostic rapide pour le développement agricole. (1993, 95 FF)
- Transformer les fruits tropicaux. (1993, 140 FF)
- Conserver et transformer le poisson. (1993, 130 FF)

À paraître

- Le maraîchage
- La culture des champignons

* *Titre épuisé*

Sommaire

p. 7 *Introduction*

PREMIÈRE PARTIE

De la mer à la table : la filière de la transformation du poisson

- p. 11 *Chapitre 1*
Le poisson en Afrique de l'Ouest : une ressource
de grande valeur
- p. 27 *Chapitre 2*
Les acteurs de la filière : organisation sociale et
contraintes économiques
- p. 41 *Chapitre 3*
Responsables de lourdes pertes : des problèmes
techniques et sanitaires

DEUXIÈME PARTIE

Comment mieux conserver et transformer le poisson ?

- p. 51 *Chapitre 1*
Maîtriser les enjeux sociaux et économiques
- p. 71 *Chapitre 2*
Préserver la qualité du poisson
- p. 85 *Chapitre 3*
Comment réduire les pertes ? Quelques consignes simples
- p. 113 *Chapitre 4*
Connaître et diffuser les techniques traditionnelles
- p. 133 *Chapitre 5*
Améliorer les techniques traditionnelles
- p. 169 *Chapitre 6*
Introduire des équipements améliorés

... / ...

ANNEXES

- p. 245 *Annexe 1*
La pêche et le poisson en chiffres (Afrique de l'Ouest)
- p. 255 *Annexe 2*
Données scientifiques pour contrôler une opération
de fumage
- p. 259 *Annexe 3*
Critères scientifiques pour apprécier la qualité du poisson
- p. 269 *Annexe 4*
Bibliographie
- p. 283 *Annexe 5*
Structures et organismes ressources
-

PREMIÈRE PARTIE

De la mer à la table :
la filière de la transformation
du poisson

Introduction

Les poissons d'eau douce ou de mer constituent une ressource alimentaire très importante en Afrique. Pour les populations à faibles revenus, c'est souvent la seule source de protéines accessible, surtout dans les villes où les petits élevages (notamment de volailles) sont rares.

La filière pêche, secteur économique important, fait vivre en Afrique plusieurs millions de personnes, principalement dans le secteur artisanal.

Pourtant, près de 25 % du poisson pêché ne peut être consommé, car il aura été abîmé au moment de la pêche, du stockage ou du transport.

Lorsque les grands centres de consommation, c'est-à-dire les villes, sont situés près des côtes, le poisson est le plus souvent consommé frais. Mais les marchés sont parfois éloignés vers l'intérieur des terres, et le poisson s'accommode mal de conditions de transport difficiles et aléatoires. Il doit alors être transformé afin de prolonger sa durée de conservation et atteindre, avec un minimum de dommages, les marchés de l'intérieur.

Développer des techniques artisanales de conservation et de transformation du poisson permettrait de réduire considérablement ce gâchis. C'est aussi un moyen de créer des emplois et des revenus, d'améliorer l'approvisionnement alimentaire des populations et de stabiliser les prix à la production en garantissant un écoulement régulier du poisson.

Améliorer les techniques de conservation et de transformation du poisson implique un travail de sensibilisation, d'information et de formation des différents opérateurs concernés. Les problèmes ne sont pas seulement techniques mais aussi socio-économiques. Introduire de nouvelles techniques implique une bonne organisation de la filière, un travail de formation et de suivi, et des garanties de débouchés et de commercialisation à des prix rémunérateurs pour les producteurs concernés, c'est-à-dire en général les femmes transformatrices. Cette remarque est d'autant plus importante que, si l'on veut éviter le piège du projet-cadeau, il est préférable de mettre en place un système de crédit plutôt que de donner du matériel.

Parce que le secteur de la pêche et de la transformation est essentiellement artisanal en Afrique et que les femmes transformatrices travaillent avec des marges bénéficiaires très étroites, nous avons choisi de privilégier dans ce livre les techniques de conservation et de transformation simples, peu coûteuses et facilement maîtrisables à l'échelle artisanale. Les techniques proposées demandent peu d'investissement. En matière de conservation, il suffit parfois de prendre des précautions simples et de modifier des gestes et des pratiques habituelles pour diminuer les pertes.

Ce livre s'adresse à des opérateurs et responsables de projets visant l'amélioration de la conservation et de la transformation du poisson. Il sera également utile à des formateurs d'agents de développement ou de techniciens qui travaillent dans ce secteur.

La première partie trace un rapide panorama du contexte de la filière pêche en Afrique de l'Ouest, décrit les principaux enjeux actuels et explique pourquoi il est important d'améliorer les techniques de conservation et de transformation du poisson. Sont ainsi présentés les enjeux économiques (chapitre 1), sociaux et organisationnels (chapitre 2), techniques et sanitaires (chapitre 3).

Dans la deuxième partie, le chapitre 1 explique comment monter un projet dans ce secteur et notamment comment s'assurer des possibilités réelles de maîtrise sociale et économique des nouveaux procédés envisagés.

Après une rapide présentation des causes physico-chimiques de la dégradation du poisson, les chapitres 2 et 3 (deuxième partie) expliquent comment mieux conserver le poisson et retarder sa dégradation.

Les chapitres suivants (4 et 5, deuxième partie) présentent un ensemble de techniques artisanales traditionnelles de transformation du poisson, souvent localisées et qui pourraient bénéficier d'une large diffusion. Des améliorations simples de ces différentes techniques, pour arriver à de meilleurs résultats avec un très faible investissement supplémentaire, sont proposées.

Enfin, le dernier chapitre de ce livre (chapitre 6, deuxième partie) propose quelques équipements améliorés, qui nécessitent un investissement un peu plus important.

De manière à aider les techniciens et responsables de projets dans leur démarche, chaque chapitre conclut par une liste de questions importantes à poser avant d'intervenir dans ce secteur.

Une bibliographie de base et la liste des centres ressources utiles pour tous ceux qui veulent en savoir plus se trouvent en fin d'ouvrage.

Le poisson en Afrique de l'Ouest : une ressource de grande valeur

•
La pêche en Afrique de l'Ouest et dans le monde

•
La pêche en Afrique, une activité artisanale

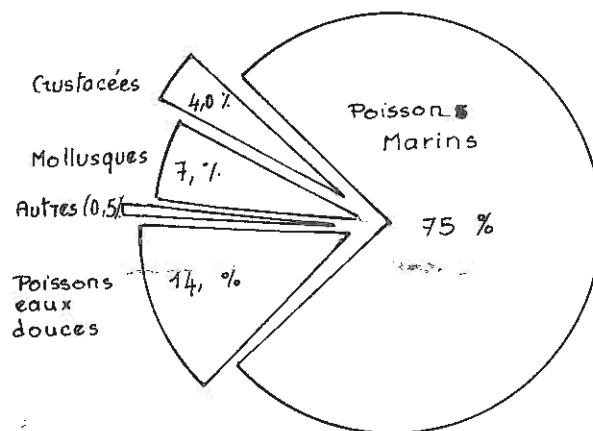
•
La consommation de poisson en Afrique de l'Ouest

•
La valeur nutritionnelle du poisson
•

La pêche en Afrique de l'Ouest et dans le monde

Au cours de cette seconde partie du vingtième siècle, les quantités de poissons pêchées dans le monde ont considérablement augmenté. De 19,6 millions de tonnes en 1948, elles passent à 65 millions de tonnes en 1970, soit un accroissement de plus de 330 % en deux décennies. Entre 1970 et 1990, la surexploitation des années précédentes provoque une diminution de la ressource. La progression de la pêche mondiale se stabilise à un ou deux millions de tonnes par an. On estime à 99,5 millions de tonnes les quantités mondialement pêchées en 1989. Les espèces les plus pêchées sont les harengs, les sardines et les anchois.

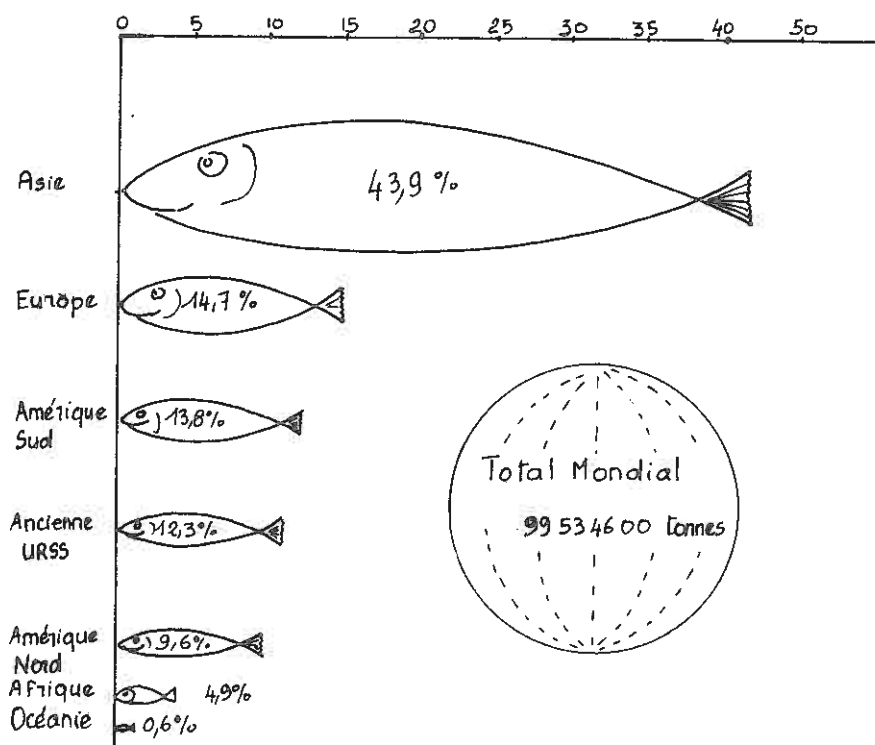
Figure 1 : Répartition des pêches dans le monde



Source : FAO, Annuaire des pêches, 1990 (chiffres 1989).

Les quantités pêchées varient très fortement selon les continents. Ainsi l'Asie, avec 50 % de la production mondiale, prédomine nettement, tandis que l'Afrique, avec une production moyenne de cinq millions de tonnes par an ne représente qu'un faible pourcentage (4,9 % de la production mondiale).

Figure 2 :
Répartition des pêches dans le monde



Source : Développement 1988, ACIDI, Canada.

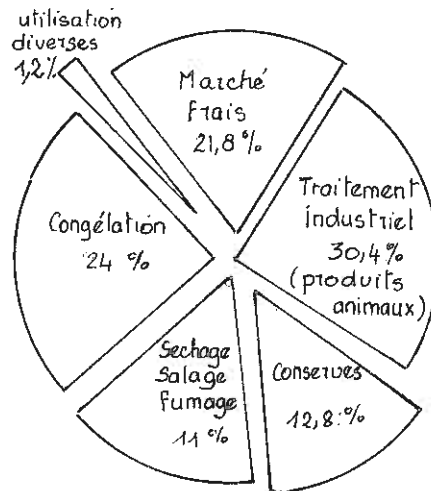
Tableau 1 : Principaux groupes d'espèces pêchés dans le monde en 1989

Harengs, sardines, anchois	24 574 460 t
Morues, merlus, éperlans	12 830 536 t
Poissons marins divers	10 128 577 t
Chinchards, mulets, balaorus	9 242 662 t
Raseasses, perches de mer, congres	5 906 778 t
Poissons d'eau douce divers	5 782 622 t
Carpes, barbeaux	4 974 044 t
Thons, pélamides, marlins	4 009 881 t
Maquereaux, thyrsites, silures	3 826 131 t
Crustacés marins	3 124 229 t
Saumons, truites, éperlans	1 436 940 t
Flétans, soles	1 192 432 t
Aloses	724 923 t
Squales, raies, chimères	688 053 t
Diadromes divers	656 873 t
Crustacés d'eaux douces	241 998 t
Esturgeons	19 318 t
Anguilles	649 t
Tilapias	29 t

Source : FAO, Annuaire statistique des pêches (captures et quantités débarquées), volume 68, 1990.

À ce notable accroissement des quantités pêchées s'ajoute une grande diversité de traitements liée à de nouvelles techniques de conservation, notamment la congélation et la surgélation industrielles.

Figure 3 : Traitement des produits de la pêche dans le monde



Source : FAO, Annuaire des pêches, 1990 (chiffres 1989).

La pêche en Afrique, une activité artisanale

Sur une zone aussi vaste que le continent africain, où les statistiques sont peu fiables, il est difficile d'évaluer précisément l'état des différents gisements ainsi que les quantités pêchées par espèce et par pays. Le CTA (1) a réalisé en 1986 une série d'enquêtes portant sur seize pays d'Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina Faso, Cap Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée Bissau,

(1) CTA : Centre technique de coopération agricole et rurale.

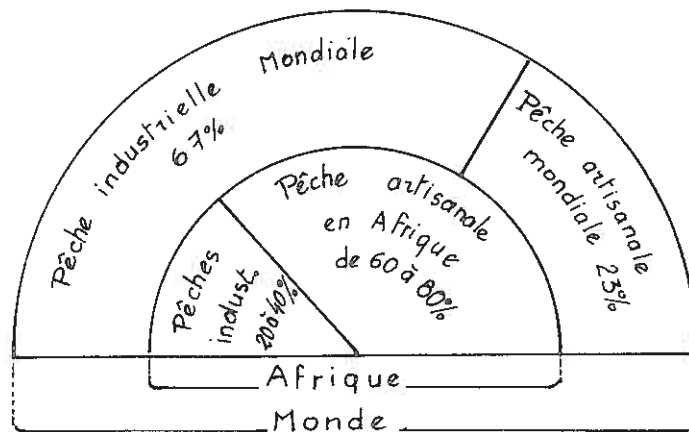
Libéria, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Togo. L'étude établit que les prises totales annuelles marines et continentales (cf. ci-dessous) se situent, pour la période 1980/1983, entre 0,9 et 1,35 million. En 1989, ces chiffres restaient stables : 1,36 million de tonnes par an (2), principalement consommées sur place, pour l'ensemble de ces pays.

La pêche « en eau douce » (ou « continentale »), dans les fleuves, les lacs, les lagunes..., représente une partie non négligeable de la production (15 % à 20 % selon les pays ou les régions).

Le Sénégal, avec 340 000 tonnes, est le premier producteur africain. Le Ghana et le Nigéria, qui produisent respectivement près de 300 000 et 200 000 tonnes, constituent avec le Sénégal un groupe de tête. En dehors de ces trois pays, la production est très disparate (cf. tableau 1 annexe 1).

Ce faible score des pêches africaines est lié en grande partie à la prépondérance d'un secteur artisanal constitué de très petites unités à faible rendement. Véritables « paysans de la mer », les pêcheurs artisanaux représentent un groupe social conséquent (environ 36 000 personnes) qui alimente 75 % en moyenne des productions nationales.

Figure 4 : Les pêches artisanales et industrielles en Afrique et dans le monde



Sur toute la façade ouest-africaine, la majorité des captures est réalisée par des flottes étrangères : les pêches nationales représentent moins de 45 % de la production de la région. Il s'agit là d'une perte économique très importante pour

(2) Source : Annuaire statistique des pêches, FAO, 1990.

les pays africains, qui n'ont souvent pas les moyens de faire respecter les accords internationaux sur les zones de pêche. Limiter les pêches des flottes étrangères et transférer une partie de leurs activités aux pêcheurs africains est l'objectif clairement poursuivi par certains pays. En Mauritanie par exemple (3), des entreprises de pêche mixtes, où les Mauritaniens détiennent au moins 51 % du capital, ont été constituées. Ces entreprises ont investi dans des installations de transformation à terre et la modernisation de leurs équipements.

Il est vrai qu'en Mauritanie, les produits de la pêche constituent une des principales ressources en devises du pays (avec le minerai de fer, et dans une moindre mesure l'élevage). En 1986, les produits de la mer ont représenté 60 % des recettes de l'État (4). Dans d'autres pays, comme en Sierra Leone, la transformation du poisson destiné à l'exportation constitue aussi un secteur économique important.

*Tableau 2 : Principales espèces pêchées
au Ghana, Sénégal, Mali, en Sierra Leone et Côte d'Ivoire*

	Poissons de mer	Poissons d'eau douce
Ghana	Sardinelle ronde, baliste gris, thon	Tilapias (70 %), anchois, loups (lac Volta)
Sierra Leone	Sardinelle, bonga, ethmalose, hareng (2/3 pêche), capitaine de mer, totolites	Pas de données
Sénégal	Sardinelle, chinchard, ethmalose, capitaine de mer, silure, pageot, sole, thon, mollusque	Pas de données
Côte d'Ivoire	Sardinelle, capitaine de mer, silure	Tilapias, alestes (lacs), charias, tilapias (aquaculture), machoirons, crevettes
Mali	Pas de données	Tilapias, synodontis (poisson-chat), lates, labeo

(3) FAO, *Fiche profil des pêches*, 1988.

(4) FAO, *Fiche profil des pêches*, 1988.

Figure 5 : Quelques espèces pêchées au large des côtes africaines

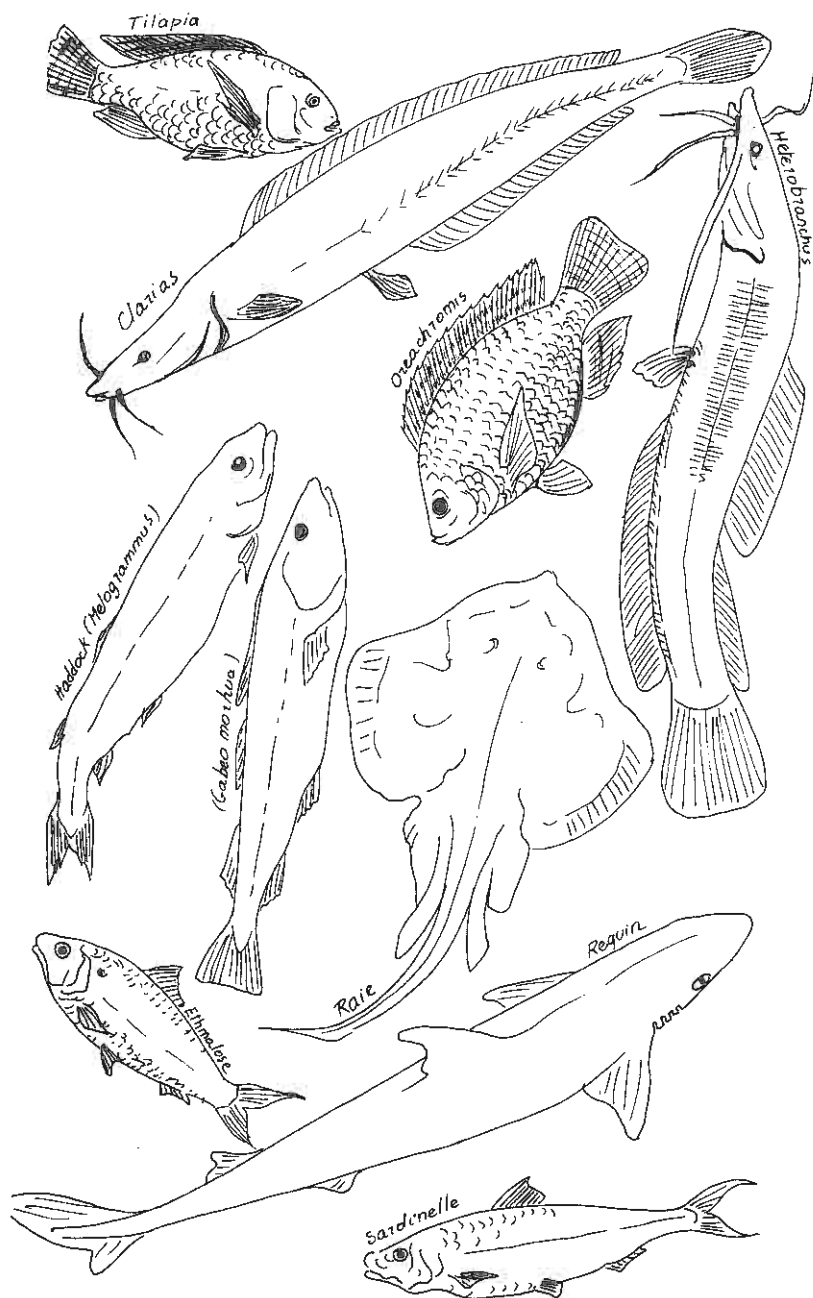
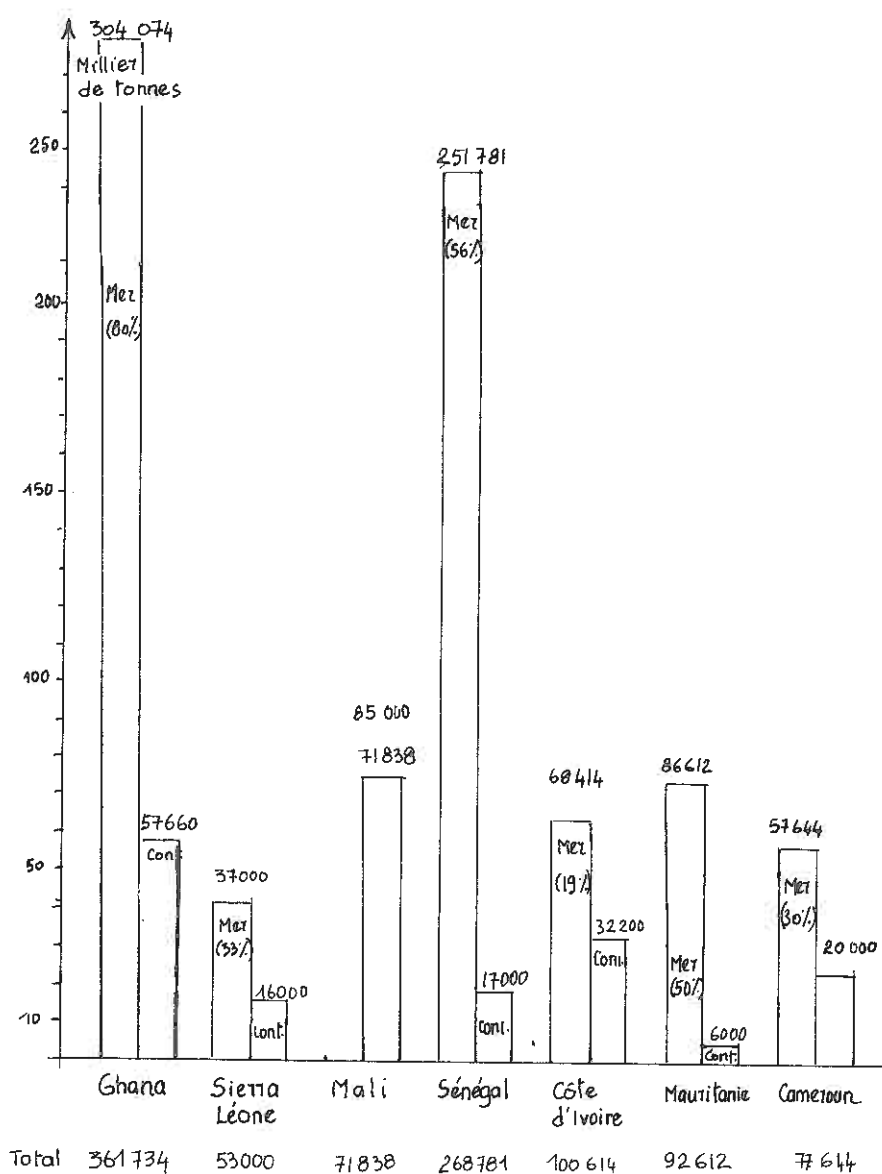


Figure 6 : Captures, en tonnes et par an, au Ghana, Sierra Leone, Mali, Sénégal, Burkina-Faso, Côte d'Ivoire, Cameroun



Source : Annuaire statistique des pêches, FAO, 1990.

La consommation de poisson en Afrique de l'Ouest

L'Afrique occidentale est l'une des parties du monde qui a la plus forte croissance démographique : 430 millions d'individus en 1981, 630 millions en 1992, probablement 810 millions en 2000.

Cette évolution s'accompagne d'une urbanisation de plus en plus marquée. On prévoit qu'en l'an 2000, plus de la moitié de la population des principaux pays de la région sera citadine. Les problèmes d'approvisionnement en protéines animales se poseront alors avec acuité.

D'ores et déjà, le manque de productivité du secteur des pêches contraint la plupart des pays africains à importer du poisson frais, réfrigéré ou congelé. En 1989, pour les seize pays considérés par le CTA, 744 636 tonnes de poisson frais, réfrigéré ou congelé et 6876 tonnes de produits salés, séchés ou fumés ont été ainsi importées (cf. tableau 4 annexe 1).

Le poisson, une denrée alimentaire importante en Afrique

La consommation africaine moyenne tourne autour de 5,5 à 8,5 kg de poisson par personne et par an. Soit la moitié de la consommation mondiale qui est de 14,8 kg par personne et par an (à l'exception des Japonais qui consomment 86 kg de poisson par personne et par an).

Cette moyenne africaine recouvre cependant d'importantes disparités régionales. La consommation moyenne de poisson par habitant et par an varie de 44 kg au Congo à 3 kg en Guinée Bissau. Au Sénégal, chaque individu consomme environ 26 kg de produits de la mer par an, le double de la moyenne mondiale. À Dakar, où le plat national, le *tiebou diene* (riz au poisson) est présent sur la table pratiquement tous les jours, la consommation atteint même 70 kg. Tandis qu'en zones rurales, elle demeure inférieure à la moyenne nationale (5).

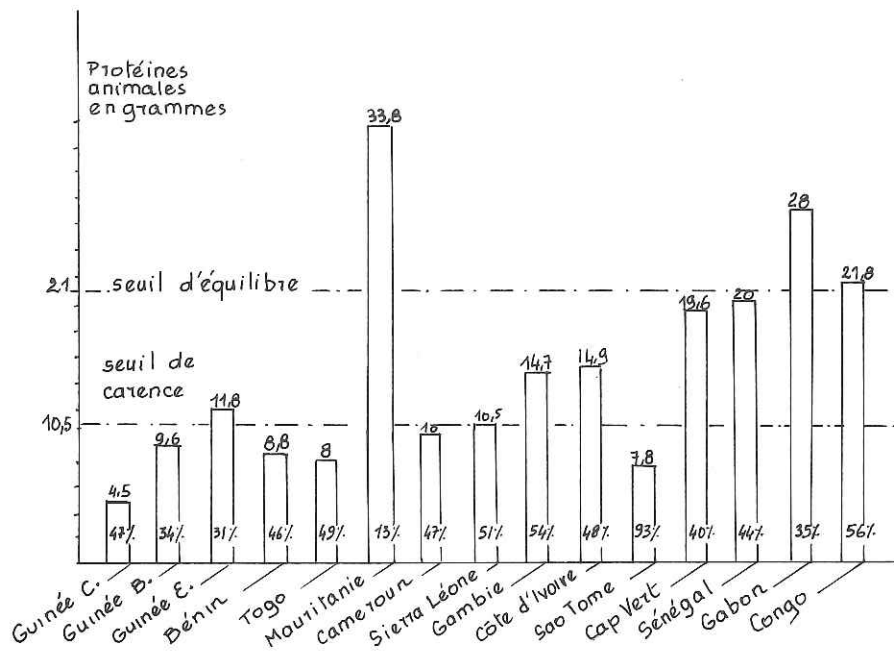
(5) *Annuaire statistique des pêches, FAO, 1990.*

Malgré ces écart importants, le poisson constitue la principale source de protéines alimentaires dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest, où l'approvisionnement en viande est insuffisant ou trop cher. À Abidjan, le prix de la viande au marché varie de 250 Fcfa/kg (viande avec os) à 1 000 Fcfa/kg (viande sans os). Un kilo de poisson frais coûte, à la criée, 130 Fcfa (122 à 124 Fcfa pour la sardinelle). Certaines espèces comme le capitaine sont plus chères : 250 F/kg.

Pour de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest, le poisson constitue un produit alimentaire majeur.

Figure 7 :

Consommation de poisson par habitant et par jour en kg et consommation de protéines animales par habitant et par jour en grammes avec indication du pourcentage dû à l'apport du poisson dans cette alimentation



Source : Étude SCET, 1984.

Le poisson « disponible » à la consommation

Le poisson disponible (tableau 4 de l'annexe 1) à la consommation est équivalent à la différence entre les quantités de poisson entrant dans le pays (pêche + importations) et les quantités de poissons sortant du pays (exportations). Il faut tenir compte, pour certains pays, des quantités servant à la fabrication de produits destinés à l'alimentation animale : 4 à 5 % du « disponible » en Côte d'Ivoire contre 1,5 % au Sénégal.

Dans certains pays gros exportateurs (Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Mauritanie et Sénégal), le « disponible » est inférieur à la production.

La valeur nutritionnelle du poisson

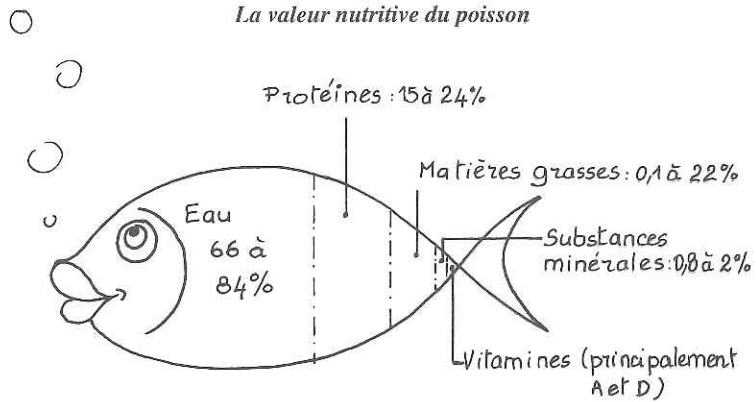
Le poisson est un aliment consommé partout dans le monde car il constitue une source de protéines (17 à 20 %) sensiblement identique à la viande. Il apporte aussi une grande quantité de sels minéraux et de vitamines nécessaires à la santé humaine. Une petite quantité de poisson intégrée à une préparation culinaire à base de céréales ou de tubercules, améliore non seulement le goût, mais aussi la valeur nutritionnelle du plat. Voir figure 8, page suivante.

Les protéines

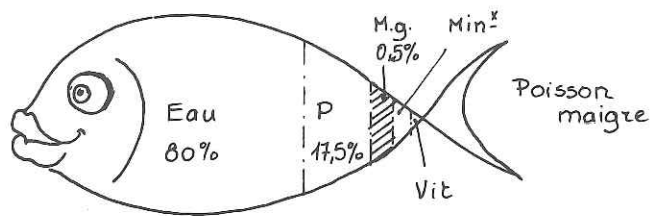
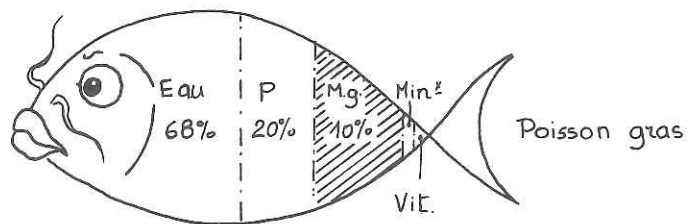
Les protéines du poisson ont une valeur nutritionnelle au moins aussi bonne, sinon meilleure, que celles de la viande.

On sait en particulier que la production d'acides aminés essentiels est importante, notamment la teneur en lysine (contenue en faible quantité dans les céréales). Le coefficient d'efficacité protéique (CEP) indique la qualité des protéines du poisson. Ce coefficient est le rapport entre le gain de poids corporel de l'organisme nourri et le poids de protéines ingérées. Ce rapport traduit l'augmentation du poids vif d'un individu en croissance en fonction de l'aliment.

Figure 8 :
La valeur nutritive du poisson



- Composition chimique globale du poisson indiqué en pourcentage.



- Proportions relatives des lipides entre un poisson gras et un poisson maigre.

La valeur énergétique des poissons varie selon les espèces : les poissons « gras » sont plus nutritifs que les poissons « maigres ».

Tableau 3 :
Coefficient d'efficacité protéique de quelques aliments

Viande	Boeuf	1,64
Poissons	Cabillaud	1,96
	Sardine	2,02
	Maquereau	2,23

L'analyse des besoins humains en protéines a permis de délimiter deux seuils :

- en dessous du seuil de carence apparaissent les « maladies de carence » liées à une consommation annuelle de protéines inférieure à 10,5 kg par personne ;
- le seuil d'équilibre, en dessous duquel le développement de l'individu n'est pas optimum, est évalué à 21 kg de protéines par personne et par an.

Dans de nombreux pays africains, les besoins minimaux en protéines ne sont pas satisfaits (voir figure 7).

Les lipides

La quantité de lipides varie très fortement selon que le poisson considéré est *gras* (maquereau) ou *maigre* (thon). Dans un poisson gras, la quantité de lipides peut atteindre 5,4 % (elle n'est que de 1 à 1,5 % pour les poissons maigres).

Cette valeur lipidique varie aussi selon la saison ; ainsi, juste avant le frai (moment de la ponte), d'importantes réserves de matières grasses (jusqu'à 20 %) se constituent, essentiellement dans le foie.

Les lipides du poisson se caractérisent par une forte proportion d'acides gras insaturés ; dans les huiles de poisson gras, ce taux peut atteindre 75 %. Les acides gras insaturés sont plus digestes et donc plus facilement assimilables.

Les éléments minéraux

Le poisson est particulièrement riche en éléments minéraux ainsi qu'en oligo-éléments. Il contient notamment de l'iode.

Les vitamines

La teneur en vitamines varie avec les espèces, l'âge des poissons, la saison et les lieux de pêche. Mais tous les poissons sont riches en vitamines, surtout A et D, qui manquent souvent dans l'alimentation.

Aussi bien du point de vue économique qu'alimentaire, le poisson représente ainsi une ressource de grande valeur en Afrique de l'Ouest.

Face à l'augmentation des besoins d'une population en forte croissance, développer la pêche est une solution importante. Mais la capture ne représente qu'une partie de l'activité de « la filière pêche », et il faudra prendre en considération tous les éléments qui interviennent entre le pêcheur et le consommateur.

Les acteurs de la filière : organisation sociale et contraintes économiques



La filière pêche : une histoire séculaire



Entre le pêcheur et le consommateur : de nombreux intermédiaires



Tandis que l'homme pêche, la femme traite et vend



Les circuits de commercialisation du poisson



Le prix du poisson, un problème épineux



L'activité « pêche » recouvre l'ensemble des opérations qui vont de la capture à la vente du poisson. C'est une filière complexe, qui ne consiste pas uniquement en une succession d'opérations techniques, mais où se nouent des relations entre les acteurs et où coexistent différents métiers et modes d'organisation.

Les activités de capture, de transformation et de commercialisation créent des échanges sociaux et économiques. En amont, les achats d'équipements (filets, pirogues, céréales), en aval, la commercialisation du poisson (frais, fumé, salé, séché...) induisent des flux monétaires qui alimentent l'ensemble de l'économie et créent des liens sociaux très forts entre les acteurs concernés.

Dans le monde, on évalue à 10 millions le nombre de pêcheurs. Mais si l'on comptabilise leur famille, les travailleurs qui transforment le poisson, le transportent ou le commercialisent, cela fait 100 millions de personnes qui vivent de la pêche. Le nombre de personnes qui vivent ou tirent des bénéfices de l'activité pêche dépasse largement celui des pêcheurs.

Pour l'ensemble des pays côtiers d'Afrique de l'Ouest, on estime que trois à quatre millions de personnes vivent, directement ou indirectement, de la pêche. Par exemple, en Côte d'Ivoire, pour une population de 8 846 millions d'habitants, la filière pêche occupe environ 60 000 personnes, soit 0,7 % de la population. Au Ghana, ce pourcentage est plus fort (1,7 %) ; au Mali, il atteint 5,7 % (6). Dans la plupart des pays africains, c'est la filière artisanale qui occupe le plus grand nombre de personnes. Environ 70 % des Africains qui travaillent dans la filière pêche ont une activité de type artisanal. ■

(6) Source : FAO, *Fiches profil des pêches*, 1988.

La filière pêche : une histoire séculaire

Le développement d'une activité n'est pas lié à l'évolution d'un seul élément, mais à la combinaison d'une série de facteurs. L'histoire de la filière sénégalaise est de ce point de vue exemplaire. Depuis toujours, le long des côtes, une activité traditionnelle de pêche faisait vivre les pêcheurs et leurs familles qui approvisionnaient en poisson les agriculteurs proches.

Dès le XVII^e siècle, grâce à un meilleur équipement des pirogues (l'ajout de voiles notamment), la pêche s'intensifie, la demande en poissons frais augmente, de même que le nombre de personnes impliquées dans les activités de pêche, de transformation et de commercialisation du poisson.

C'est à la fin du XVII^e siècle qu'est créé le quartier de pêcheurs Guet N'dar, où naît le cabotage et la spécialité de poisson sec des marins saint-louisiens.

Avec l'abolition de l'esclavage, l'économie change de visage et s'oriente vers l'exportation de produits primaires destinés à l'Europe. La commercialisation s'organise et la transformation se développe à proximité des zones de pêche. C'est à partir de Guet N'dar et de Rufisque que vont se développer les courants d'échanges les plus importants.

Au début, la vente du poisson se limite aux villages échelonnés le long de la voie ferrée qui relie Saint-Louis à Dakar. Les modes de conservation, le séchage et la salaison, n'exigent pas de technique complexe. Les femmes, qui s'occupent de la vente et de la transformation du poisson, l'échangent contre du riz, du mil et du sel, ou de l'argent.

Ce n'est qu'avec l'ouverture des routes bitumées (la première est ouverte en 1951), que le poisson pourra être commercialisé vers l'intérieur du pays. Une contrainte majeure demeure cependant : l'absence de glace en dehors de Dakar.

Après l'indépendance, la modernisation des pirogues puis leur motorisation progressive et l'utilisation de moyens de pêche de plus en plus performants augmentent les rendements. La technique du *kétiack* (poisson braisé, séché et salé), qui permet l'utilisation des invendus, se développe parallèlement à un accroissement notable du mareyage.

Dans le cas du Sénégal, c'est la combinaison de trois facteurs, l'évolution des techniques de pêche, la mise en place du réseau routier et l'organisation des mareyeurs qui ont permis à la filière pêche de se développer, induisant un accroissement des activités de transformation, la création de nouvelles recettes, de nouveaux emplois, la multiplication des contacts et des liens commerciaux.

Entre le pêcheur et le consommateur : de nombreux intermédiaires

Les principaux acteurs de la filière pêche sont bien évidemment les pêcheurs ; sans eux, pas de poisson. Les pêcheurs sont presque toujours des hommes. Les femmes, en Afrique, pêchent parfois leur propre poisson, mais cette pratique est très localisée. Ainsi, par exemple, au Bénin, au Nigéria et au Cap Vert, quelques femmes pêchent dans les eaux intérieures. Au Mali, les femmes peuvent participer à certaines pêches.

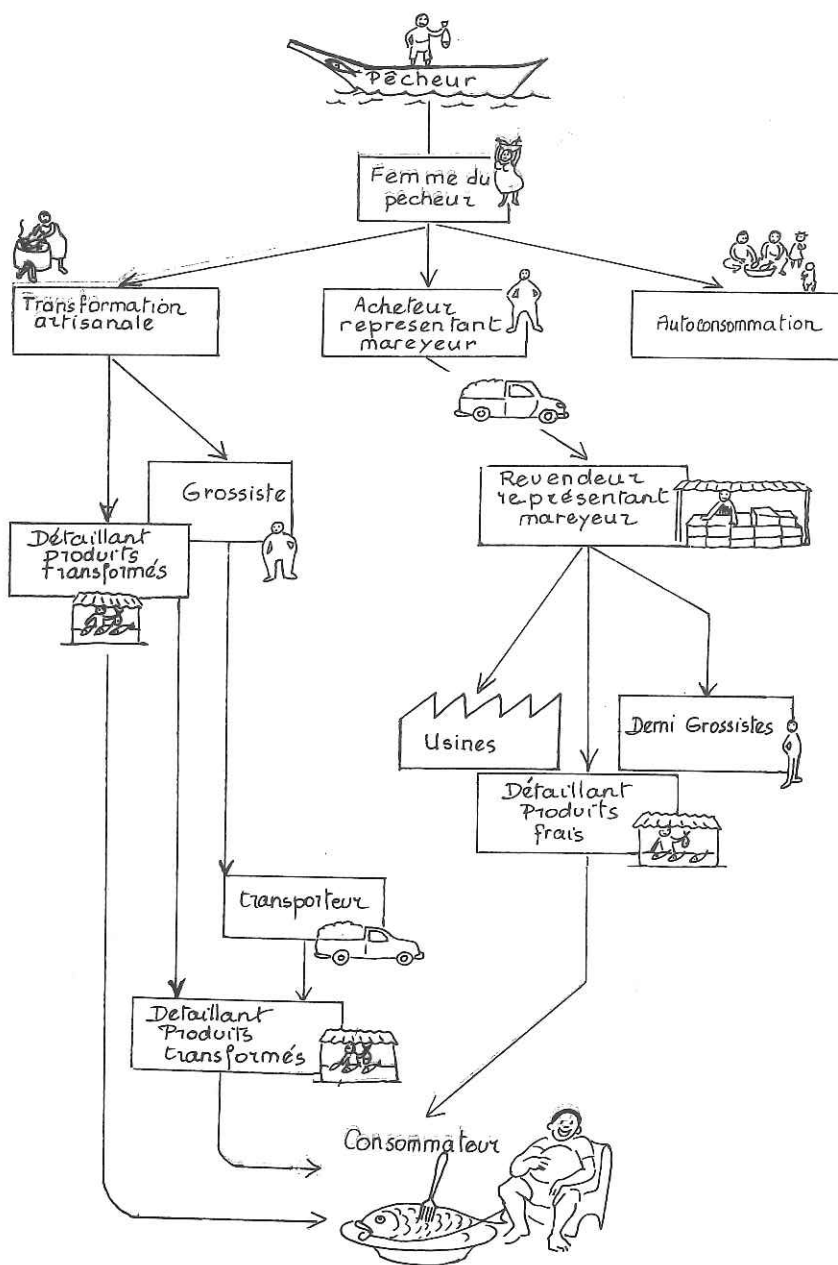
À l'autre bout de la chaîne se trouve le consommateur, qui est rarement en relation directe avec le pêcheur. Pour acheter du poisson, le consommateur s'adresse aux grossistes, ou à des marchands au détail, qui fixent les prix de vente sur les marchés.

Entre le pêcheur et le consommateur, il existe donc de nombreux intermédiaires, qui constituent une véritable chaîne.

On appelle « *ouvriers* » du poisson les menuisiers qui fabriquent des caisses pour transporter le poisson fumé, les fabricants/vendeurs de nattes (très utilisées pour le poisson séché), les manœuvres qui déchargent les bateaux, portent et trient le poisson jusqu'à la bascule. Ceux-ci perçoivent un prix fixe par colis. Dans certains cas, des « logeurs » sont chargés, après le tri, de placer les poissons sur des nattes, de les couvrir pour l'expédition et de remplir les caisses, avant de procéder à la pesée.

Les *intermédiaires commerciaux* sont les courtiers professionnels qui se portent acquéreurs de la marchandise, négocient le prix et cherchent un commerçant-preneur. Des *commerçants-grossistes* s'interposent parfois entre

Figure 9 : La filière pêche en Afrique de l'Ouest



le grossiste et le commerçant. *Les transporteurs-camionneurs* sont organisés en coopératives de transport.

Les femmes occupent une place prépondérante dans la filière. Elles sont très bien organisées. Elles sont le plus souvent liées les unes aux autres par des relations de cousinage ou ethniques. Elles forment un groupe très particulier et très bien structuré dont nous reparlerons plus loin.

L'État et les administrations interviennent également : taxes, impôts, délivrance des patentes, contrôle des produits et des prix, etc.

Tandis que l'homme pêche, la femme traite et vend

Observons à M'Bour, au Sénégal, une pirogue qui accoste sur la plage, près du lieu où aura lieu la transformation.

Le videur décharge le poisson de la pirogue dans les paniers, le porteur-trieur transporte les paniers jusqu'au lieu de braisage, d'autres manœuvres chargent le four, épluchent, nettoient le poisson, pilent le sel...

À M'Bour, comme dans toute l'Afrique de l'Ouest, ces opérations sont généralement dirigées par les femmes, responsables de la transformation et de la vente du poisson. Le plus souvent, les femmes achètent le poisson, au comptant ou à crédit. Elles peuvent aussi parfois prêter de l'argent aux pêcheurs. Mais, même dans ce cas, leurs comptes sont généralement séparés. Cette activité est souvent familiale : le mari pêche le poisson, la femme le traite et le commercialise. Le couple peut établir des relations économiques avec d'autres individus du groupe, par exemple prêter ou emprunter à d'autres personnes (7).

Au Ghana et au Togo les « mamies » poissonnières, dans de nombreuses communautés de pêcheurs, sont la clé de voûte du système de traitement et de commercialisation du poisson. À la tête de leur « entreprise » comme de leur

(7) Source : IDAF Newsletter n°7, juin 1987.

famille, elles décident de la répartition des bénéfices, financent l'activité des pêcheurs, pourvoient à certains besoins de leur communauté.

En Afrique de l'Ouest, comme en Asie, 70 à 90 % des produits de la mer sont ainsi commercialisés par les femmes.

Des pêcheurs polygames à Nyangano au Ghana (8)

Nyangano est une petite communauté de pêche où une vingtaine de femmes sont responsables du fumage du poisson. Les rapports de polygamie sont à la fois socialement acceptés et économiquement nécessaires pour ces « fumeuses » car leur travail dépend de leur lien avec un pêcheur. Seul le mariage avec un homme qui possède un bateau assure un approvisionnement régulier en poisson. En échange, les transformatrices utilisent une partie des recettes tirées des ventes pour l'alimentation de la famille. Le fumage du poisson est une activité familiale traditionnelle. Lorsque l'activité de transformation marche bien et que les fonds sont plus importants, certaines femmes prennent cependant le risque de se séparer du groupe et s'installent à leur compte. Elles paient alors des manœuvres masculins pour certains travaux.

Au Sénégal (9), pour des raisons culturelles, le partage des tâches est aussi très marqué. Les hommes s'occupent presque exclusivement de la capture du poisson et les femmes interviennent dans toutes les opérations qui se déroulent à terre : elles sont transformatrices, détaillantes, parfois même mareyeuses.

À la nuit tombée, elles se rendent sur la plage avec leurs bassines ou leurs paniers et leur argent ; elles attendent l'arrivée de « leur » pirogue. Chacune d'elle est liée à un pêcheur qui lui livre le poisson capturé. Parfois elles se groupent pour acheter et traiter ensemble de plus grandes quantités. Les techniques de salage, séchage et fumage sont traditionnelles. Près de 40 % du poisson est ainsi transformé et vendu sur les marchés du pays ou exporté vers d'autres pays d'Afrique.

En 1984, à M'Bour, sur 900 propriétaires de claies de séchage, 760 étaient des femmes. Leurs conditions de travail sont rudimentaires et elles dépendent de nombreux intermédiaires qui contrôlent les marchés et fixent les prix. En effet, malgré l'importance de leur rôle, les femmes ne disposent ici ni de crédit, ni de moyens de transport.

(8) Source : JEAY A.-M., *Rôle des femmes dans la préparation et la commercialisation du poisson au Mali*, 1977.

(9) Source : revue *Communautés africaines* n° 25, 1988.

Au Kenya (10), autour du lac Victoria, des milliers de familles comptent sur l'activité de la pêche pour assurer leur subsistance, soit dans la transformation du poisson, soit dans son commerce ou son transport. Ici encore, les femmes, responsables de la transformation et quelques fois de la vente, sont présentes dès le débarquement du poisson. Certaines font parfois plus de 50 km pour se rendre à la plage. Elles y restent de deux à cinq jours (dans des conditions d'habitat très précaires, avec leurs enfants) pour réceptionner le poisson et procéder au fumage.

Puis, il faut très vite se rendre au marché avant que les poissons fumés ne se détériorent. Si l'autobus ou la camionnette tombe en panne, le chargement est perdu. Certaines d'entre elles se sont groupées et fument leur poisson en commun dans un four de grande taille construit dans un lotissement proche du lac.

Cette répartition traditionnelle du travail entre l'homme pêcheur et la femme transformatrice et commerçante n'est néanmoins pas vraie partout. Ainsi par exemple dans la région de Mopti, au Mali, les femmes de pêcheurs ne commercialisent qu'une petite partie du poisson, généralement du poisson de deuxième qualité. Les grosses quantités sont vendues par les hommes. Le partage des revenus et des dépenses au sein de la famille (élargie aux frères, parents, grands-parents, etc.) est décidé en commun, mais les femmes gardent quelques revenus personnels. Voir le tableau 4, page ci-contre.

Les circuits de commercialisation du poisson

L'organisation de la commercialisation du poisson est très variable selon les pays d'Afrique. Elle peut être très dynamique comme très archaïque. La demande peut porter majoritairement sur du poisson frais ou sur du poisson transformé. La consommation peut être satisfaite par la production nationale ou bien liée à des réseaux d'importation.

(10) Source : revue *Le Courrier* n° 129, 1991.

**Tableau 4 : Répartition du travail entre les sexes chez les pêcheurs du Mali
(région de Mopti)**

	Femmes	Hommes
Tâches ménagères	Approvisionnement en eau Lavage Cuisine Achat bois (petite quantité) Ramassage du bois	Achat du bois
Pêche	Les jeunes filles peuvent aider à tirer le grand filet.	Toutes les opérations
Préparation du poisson	Séchage Fumage Grillage	Parfois surveillance des fours Parfois aussi aide au séchage, fumage et grillage
Commercialisation	<ul style="list-style-type: none"> – Petites quantités de poisson frais – Vente du poisson séché fumé 	<ul style="list-style-type: none"> – Vente de poisson frais aux coopératives – Vente de poisson séché fumé à des grossistes ou sur des marchés plus importants au port de Mopti

Source : A.-M. JEAY. *Rôle des femmes dans la préparation et la commercialisation du poisson au Mali* (1977).

Face à cette diversité, nous avons choisi de présenter deux exemples de circuits de commercialisation, celui du Sénégal et de la Côte d'Ivoire.

Le Sénégal : un marché très dynamique

Le mareyage en frais absorbe environ les 2/3 de la production artisanale sénégalaise. Il constitue le débouché prioritaire de la plupart des espèces, exception faite de la sardinelle, destinée principalement à la transformation.

Le marché en frais est un secteur dynamique, avec une grande variété d'entreprises. Les zones d'écoulement sont principalement côtières car la vente « en frais » pose des problèmes d'infrastructure à l'intérieur du pays ainsi que

des risques commerciaux. La région du Cap Vert reçoit près de 45 % du tonnage mareyé. La distribution se fait soit directement par le mareyeur, soit par l'intermédiaire des détaillants. Le marché de Gueule Tapé, marché en gros de la région du Cap Vert, écoule plus de 10 000 tonnes par an, et joue un rôle décisif sur la formation des prix en aval.

À M'Bour, gros centre producteur, le poisson, une fois fumé/séché ou salé, est vendu sur la plage par les transformateurs aux petits vendeurs itinérants, appelés « bana-bana », qui s'informent immédiatement du prix du poisson frais. Ainsi le prix du « kétiakh » (poisson braisé), dépend du prix du panier de sardinelle de la veille. Le kétiakh comme le « yeet » se vend au kilo, pesé sur de petites balances à usage collectif. Le « tambadiang » se vend en sac ou par lot dont le poids est variable selon la durée du séchage du produit et la saison. Durant l'hivernage, ce poisson, plus gras, pèse plus lourd... et le sac se vend plus cher.

Près du lieu de transformation du kétiakh, s'est installé un marché du poisson transformé où nombre de productrices écoulent leurs produits par l'intermédiaire d'un commissionnaire qui applique les prix qu'elles ont fixés à l'avance.

La Côte-d'Ivoire : plusieurs circuits de commercialisation

La production ivoirienne, d'environ 100 000 tonnes, est nettement insuffisante pour couvrir les besoins ; de grandes quantités de poisson congelé sont donc importées. Les principaux pays fournisseurs sont le Sénégal, la Mauritanie, les Pays-Bas et les Pays de l'Est. Il s'agit essentiellement de poissons pélagiques.

Plusieurs circuits peuvent être distingués :

- le poisson congelé d'importation (à l'exclusion du thon qui alimente les conserveries) est consommé soit « en frais », soit après fumage. Un réseau très dense de distribution du poisson congelé, avec des entrepôts frigorifiques, couvre tout le pays ;
- le poisson frais, lagunaire et maritime, alimente surtout la côte mais le bon réseau routier du pays permet d'acheminer des produits frais vers les villes de l'intérieur également ;
- le nord et le centre du pays sont aussi alimentés par les pêches continentales des grandes retenues d'eau mais le poisson transformé joue ici un plus grand rôle.

Le prix du poisson, un problème épineux

Encore plus que l'agriculture, la pêche est une activité fragile qui dépend d'un ensemble de facteurs écologiques où toute perturbation naturelle peut compromettre la production. Il suffit parfois d'un changement de température, de courant marin, pour modifier totalement les conditions de pêche. Les aléas de la production se traduisent par des variations importantes du revenu des pêcheurs.

La transformation : une façon de stabiliser le prix du poisson

Mais surtout le prix de vente du poisson dépend étroitement des circuits de commercialisation, et des moyens de transformation et de distribution.

Les problèmes d'écoulement de la production varient très fortement d'une région à l'autre. Dans certaines zones qui ne bénéficient pas d'un réseau de commercialisation bien organisé, ou de moyens de stockage et de conservation adaptés, les pêcheurs se voient parfois contraints de vendre à très bas prix leurs excédents, voire de les rejeter à la mer.

La glace conservée en mer dans des glacières ou à terre dans les entrepôts frigorifiques devrait permettre de satisfaire aux normes de qualité et de stocker les excédents dans de bonnes conditions. Mais les pénuries chroniques de glace se répercutent sur la durée du stockage et le poisson devant être vite écoulé, les prix de vente chutent. La mise en place d'infrastructures de production et de distribution de glace nécessite des moyens financiers souvent hors de portée des associations locales.

Le développement d'activités de transformation permettrait d'écouler les excédents et de maintenir les revenus des producteurs. Il s'agit donc d'un enjeu économique très important pour l'ensemble de la filière pêche.

Le poisson traité est d'ailleurs généralement vendu plus cher que le poisson frais. Ainsi à Abidjan, en décembre 1992, tandis que le kilo de sardinelle fraîche

variait de 110 à 125 Fcfa, celui de la sardinelle fumée atteignait 400 Fcfa. À Bouaké, une ville ivoirienne proche du Burkina, la sardinelle fumée se vendait 900 Fcfa le kg pour atteindre 1000 Fcfa de l'autre côté de la frontière (11). Au Sénégal, à la même époque, le *guedj* était vendu sur la plage de Cap Skirring 500 Fcfa le kg.

Politique de soutien ou libre échangeisme ?

Le prix du poisson frais est une des questions importantes qui se posent aux pêcheurs artisanaux dans presque tous les pays d'Afrique. Les politiques suivies dans ce domaine varient entre deux positions extrêmes :

- la libre formation des prix par le jeu de l'offre et de la demande sur les marchés ;
- la fixation arbitraire par le gouvernement afin de permettre aux consommateurs d'accéder à cette source vitale de protéines.

Lorsque les gouvernements, comme cela a été le cas au Mozambique, au Gabon, en Guinée Bissau ou en Guinée équatoriale, fixent arbitrairement les prix de vente et imposent des prix faibles à la production, ils favorisent plutôt les consommateurs urbains. Cette politique défavorable aux producteurs est difficile à maintenir dans le temps et provoque le développement de marchés parallèles plus favorables aux pêcheurs, ou la réduction de l'activité de pêche.

Ainsi, en Guinée Bissau, où le prix du poisson avait été fixé trop bas, les pêcheurs ont organisé des réseaux de contrebande et ont limité leur production à leurs propres besoins. Le gouvernement a donc été obligé de revoir ses prix à la hausse, mais les pêcheurs restent insatisfaits. Au Mozambique, en 1985, les pêcheurs se sont tout simplement mis en grève, et le gouvernement a dû libérer les prix.

Dans le cas d'une détermination autoritaire des prix, le contrôle des réseaux de commercialisation est de toutes façons difficile et coûteux car les communautés de pêcheurs sont dispersées. La côte du Mozambique par exemple s'étend sur plus de 3 000 km.

Le système libéral, où les prix sont soumis à la loi de l'offre et de la demande, prédomine notamment au Sénégal, au Togo ou en Côte d'Ivoire. Dans ce système, la vente s'opère aux enchères : les femmes, issues le plus souvent des

(11) Source : *Revue Bonga* n° 24, décembre 1992.

communautés de pêcheurs, achètent le poisson débarqué qu'elles revendent ensuite au détail ou à des grossistes.

Dans la plupart des pays cependant, les deux systèmes peuvent coexister, mêlant politique de prix et politique de prêt, et les situations sont souvent difficiles à appréhender.

Certains gouvernements, comme au Mozambique par exemple, adoptent une politique intermédiaire visant à faciliter l'acquisition d'équipements ou de pièces détachées aux pêcheurs qui, en contre-partie, vendent leur production aux sociétés d'État.

En Guinée Bissau, la possibilité d'obtenir des prêts ou des crédits pour l'achat de pirogues ou de matériels, n'est offerte qu'aux pêcheurs qui vendent leur production au centre désigné par l'État ; lors de la vente, une déduction automatique est effectuée, assurant ainsi le remboursement des prêts, des frais de stockage et de la commercialisation.

Au Togo, les pêcheurs qui empruntent de l'argent aux femmes « consignatrices » s'engagent à vendre l'intégralité de leur production au prix fixé par celles-ci.

Quel que soit le système, et quelles qu'en soient les déclinaisons, la légitime aspiration des pêcheurs à bénéficier de prix relativement stables n'a jusqu'ici pu trouver de réponse vraiment satisfaisante. La solution adoptée par le Cap Vert semble séduisante : lorsque les prix chutent, le gouvernement garantit un prix minimum auquel il s'engage à acheter tout excédent de production. Ainsi, l'État pallie les inconvénients du marché libre en maintenant un revenu minimum aux pêcheurs, sans entraver le jeu du marché. Mais l'intervention concerne surtout le thon, produit d'exportation pour lequel le pays dispose d'une capacité de stockage et de transformation et seuls les pêcheurs opérant dans la capitale ou à proximité peuvent en bénéficier.

Dans ce contexte, l'intérêt de la transformation paraît évident. Outre réduire les pertes, valoriser les excédents et maintenir un certain revenu aux producteurs, cette activité, moyennant un faible investissement, permettrait également de créer des emplois et de contribuer ainsi efficacement au développement d'une région, voire d'un pays.

Responsables de lourdes pertes : des problèmes techniques et sanitaires



Les points faibles de la manutention



Stockage, conditionnement et transport : les points faibles



La dégradation naturelle de la chair par ses propres enzymes commence dès la mort du poisson ; si aucune mesure de conservation n'est prise, il prend un goût et une odeur désagréables et devient vite impropre à la consommation. De trop nombreuses manipulations accélèrent le processus.

On estime à 25 % en moyenne les pertes de poisson, après capture, dues à de mauvaises manipulations (déchargement, transport...) et à des procédés inadéquats de conservation du poisson (12).

Ce gâchis a deux conséquences : des pertes importantes de revenus pour tous les acteurs de la filière, et une réduction considérable de la quantité de poisson effectivement consommable. Comment expliquer un pourcentage de pertes après capture aussi important ? ■

(12) Source FAO, *Prévention des pertes de poisson traité*, Document technique sur les pêches n°219, 1984.

Les points faibles de la manutention

Dégradations sur la pirogue

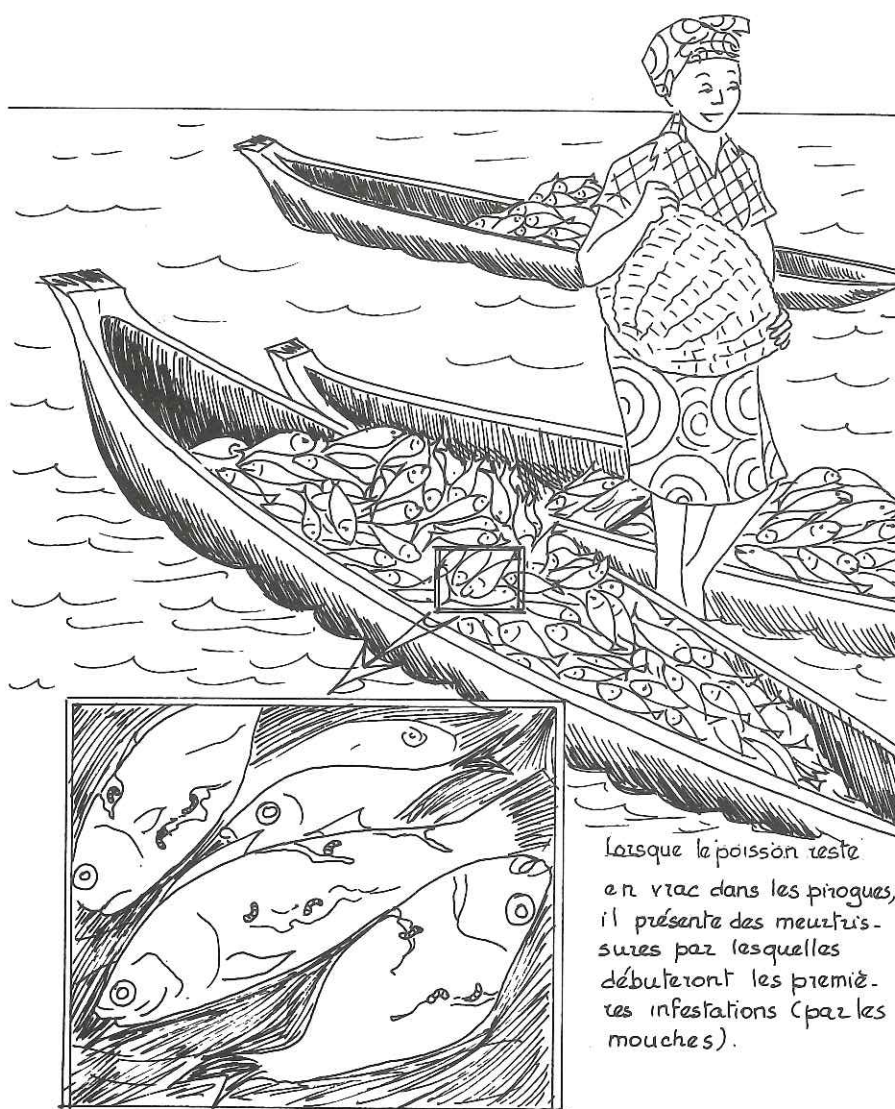
La majorité des pirogues sont motorisées, mais peu possèdent un équipement de conservation de la glace. Le poisson est donc le plus souvent maintenu à température ambiante (vingt-cinq en moyenne, parfois plus) dans le fond de la pirogue, jusqu'au débarquement. Le temps passé en mer est variable : de quatre à huit heures lorsque la pêche est bonne, fréquemment douze heures lorsqu'il faut répéter les prises. Après cette attente, le processus de dégradation est parfois bien amorcé. Le poisson partiellement endommagé est mou et friable, ce qui provoque des pertes significatives en raison des brisures au cours de la transformation et de la distribution. Le poisson ainsi abîmé est vendu moins cher.

Dégradations pendant le débarquement

Les systèmes de déchargement sont en général mal adaptés. Dans la plupart des cas, le poisson n'est retiré des filets qu'après l'arrivée des pirogues. La plupart sont transportés à terre dans des cuvettes ou des paniers, puis simplement laissés en tas sur le sable chaud de la grève. Dans le meilleur des cas, ils n'y restent que le temps du débarquement, mais l'attente se prolonge souvent plusieurs heures et ils se détériorent. La détérioration est d'autant plus rapide que le poisson n'est pas vidé immédiatement après le débarquement (voir la figure 10, page suivante).

En Sierra Leone, un usage peu courant en Afrique consiste à répandre du sable sur le poisson au fur et à mesure qu'il est empilé dans les cuvettes ou les paniers. Les pêcheurs pensent que le sable mouillé refroidit le poisson, ce qui est en partie vrai lorsque l'eau s'évapore. Mais dans la pratique, le sable utilisé est plus souvent sec et chaud, et bien que le poisson soit lavé et placé sans tarder sur des claies de fumage, cette pratique « sablée » favorise la détérioration.

*Figure 10 :
Attente et détérioration du poisson dans les pirogues*



Lorsque le poisson reste
en vrac dans les pirogues,
il présente des meurtris-
sures par lesquelles
débuteront les premiè-
res infestations (par les
mouches).

Dégradations lors de la transformation

Pendant les opérations de transformation, le poisson mou et plus ou moins abîmé, s'effrite. Certains procédés contribuent à aggraver les choses. Par exemple, pour le fumage, une technique consiste à disposer des bâtons entre les couches de poisson. La pression du bois sur la chair provoque des marques et des brisures, augmentant les possibilités d'infestation par les bactéries et les insectes.

Stockage, conditionnement et transport : les points faibles

C'est durant ces phases que les pertes sont les plus importantes.

Des conditions de stockage peu hygiéniques

En Afrique, les produits à base de poisson sont traditionnellement emmagasinés dans des bâtiments fabriqués à l'aide de matériaux locaux, tels qu'argile et chaume. Le fumoir lui-même peut, après la phase de fumage, servir à emmagasiner le produit transformé.

Au Ghana par exemple, les fours traditionnels cylindriques vacants servent à entreposer le poisson traité. Solution pratique mais qui ne protège pas des insectes.

L'approvisionnement en poisson est saisonnier et de grandes quantités de poisson fumé sont stockées pour être vendues hors saison. Ce sont généralement les transformateurs qui conditionnent leurs produits pour le stockage. Les poissons sont disposés dans des récipients appropriés, paniers, caisses en bois, etc., qui sont alors enveloppés dans des feuilles de matière plastique (généralement polyéthylène).

Parfois, comme dans le cas du four « chorkor », ce sont les claies de fumage, emballées dans des feuilles de polyéthylène, qui servent au stockage du poisson ; si au cours du stockage il est nécessaire de refumer, les claies sont déballées

et placées directement sur le fumoir. L'usage de feuilles en plastique, s'il réduit les risques d'infestation par les insectes, ne l'annule pas complètement.

L'offre et la demande sont relativement constantes et en général, il n'est pas nécessaire de stocker à long terme. Cependant, durant les périodes d'offre excédentaire, le poisson peut être refumé afin de prolonger la durée de conservation. En effet, le poisson qui n'est que légèrement fumé doit être consommé dans un délai de deux à trois jours après le fumage ; tout retard dépassant cette période entraîne un risque d'infestation.

Au Mali, après transformation, le poisson fumé ou séché est stocké pendant un mois environ, jusqu'à ce que la quantité soit suffisante pour remplir les grandes pirogues motorisées, qui peuvent acheminer jusqu'à cinq tonnes de produits. Les conditions de stockage dans l'attente du départ sont souvent très mauvaises.

À Mopti, l'un des plus grands centres du pays, où aucune désinsectisation n'est effectuée, le poisson quitte généralement le centre dans un état plus défectueux qu'à son arrivée. Une expérience réalisée sur du tilapia séché a montré que dans des conditions de stockage précaires – en caisse découverte posée sur le sable – le poisson pouvait être totalement détruit en moins d'un mois. Certains poissons étant achetés par des mareyeurs itinérants, l'amélioration du réseau routier contribuerait à réduire la durée du stockage.

Au Sénégal, où la demande en « frais » est forte (75 %), le poisson est maintenu au froid pendant son transport dans de la glace produite à Dakar. Mais les conditions de stockage sur place sont précaires car le taux de glace est calculé au plus juste par le mareyeur.

Des techniques de conditionnement peu fiables

Les conteneurs servant au transport des poissons sont de plusieurs sortes. Les plus simples et les plus utilisés sont les cuvettes, les paniers d'osier, les caisses en bois. Dans tous les cas, les poissons, entassés les uns sur les autres puis recouverts de toiles de sac, s'émiettent facilement.

Au Mali, dans la région de Mopti, le poisson est conditionné en grandes bottes d'environ 500 kg dans de grandes nattes de paille, ou empilé très serré dans des caisses en bois. Mais certains poissons mesurant près d'un mètre, ils dépassent largement la hauteur de la caisse. On double alors l'emballage de nattes de paille. Les caisses sont ensuite transportées sur les marchés, soit d'exportation,

soit urbains, dans des grands camions transportant jusqu'à vingt tonnes chacun. Les poissons ainsi conditionnés et transportés subissent d'irréparables dommages.

Que le poisson soit transporté sur de courtes distances, à pied ou à bicyclette, ou sur de plus longs trajets en camionnette, il doit être correctement emballé pour éviter de se morceler. De grandes feuilles de bananier servent souvent à garnir le récipient et emballer le poisson. Outre l'aptitude du récipient à empêcher les dommages physiques, une autre considération importante est la façon dont le poisson est disposé à l'intérieur. Il faut éviter les chocs et les meurtrissures, qui facilitent le développement des insectes (*Dermestes* et *Necrobia*). Les insectes peuvent détruire jusqu'à 60 % des produits mal protégés.

Des transports longs et difficiles

Pour acheminer le poisson jusqu'aux lieux de vente, les transporteurs utilisent en général des camionnettes privées ou les transports en commun ; certains se déplacent à bicyclette. Le transport est souvent long car la transformation artisanale du poisson se déroule la plupart du temps dans des localités peu accessibles et éloignées des lieux de consommation.

Au Ghana, la demande en poisson fumé est très forte (environ 80 %), et une grande partie de la production est envoyée, soit directement au fumage, soit congelée ; mais il faut tenir compte du fait que la moitié de ce poisson congelé est en attente de fumage ultérieur. Après la transformation, le poisson est emballé dans de grands paniers d'osier couverts de toiles de sac puis transporté en camion jusqu'aux marchés de l'intérieur. Les routes goudronnées desservent presque toute la côte du Ghana et l'accès aux villages de pêcheurs est facilité.

Dans la plupart des cas, ce sont des mareyeurs, connus des transformateurs, qui vendent le poisson au détail sur les marchés de l'intérieur. Lorsqu'il y a un retard dans la chaîne de distribution, le poisson est tout simplement refumé – ou fumé s'il s'agit de poisson congelé – dans les fumeries situées à l'intérieur du pays.

En Sierra Leone, la distribution est parfois effectuée par le transformateur, mais comme au Ghana, c'est le plus souvent un mareyeur qui se charge de cette opération. Il est basé au village de pêche ou se déplace à l'intérieur du pays. L'acheminement, en transports publics ou en grands camions privés affrétés par les femmes transformatrices, se fait par la route. Dans quelques cas de villages très isolés ou de routes impraticables, une partie du trajet s'effectue en

bateau. La majeure partie du poisson est consommée dans les grands centres urbains de l'intérieur ; il peut « changer de mains » à plusieurs reprises pendant le voyage. À l'arrivée, il est vendu au détail sur les marchés où il est rapidement écoulé.

D'autres contraintes telles que le prix et la pénurie de l'essence peuvent affecter le système de distribution car les transports publics, très utilisés, deviennent moins fréquents et retardent la vente du poisson. Il faut ajouter à cela le mauvais état des routes, lorsqu'elles existent, et des conditions difficiles d'accès d'un grand nombre de petits villages de pêche.

DEUXIÈME PARTIE

Maîtriser les enjeux sociaux et économiques

Maîtriser les enjeux sociaux et économiques

●
Ne pas se limiter à une approche
technique

●
Identifier les besoins et analyser
les contraintes

●
Une technique performante
doit être facile à utiliser

●
Prévenir les conflits sociaux

●
Savoir calculer la rentabilité
des investissements

●

Ne pas se limiter à une approche technique

Complexe dans son organisation sociale, le secteur artisanal de la transformation du poisson est également fragile sur le plan économique. Dépendant en amont de l'approvisionnement, il est tributaire en aval des conditions de commercialisation. Augmenter les quantités pêchées ne sert à rien si l'on ne peut pas écouler le produit de la pêche et transformer n'est guère utile si l'on ne peut pas vendre.

En théorie, accroître le revenu des transformatrices en proposant des techniques de transformation plus performantes paraît facile. Grâce à des nouveaux procédés, soigneusement élaborés et testés en laboratoire, les produits obtenus seront de meilleure qualité et ils se vendront plus chers.

Mais qu'en pensent les consommateurs ? Satisfaits du produit qu'ils consomment habituellement, sont-ils prêts à payer plus cher un produit de meilleure qualité ? Les transformatrices prendront-elles le risque d'investir dans l'achat de nouveaux équipements pour vendre un produit différent ou de qualité supérieure qu'elles ne sont pas sûres de pouvoir écouler à un prix plus élevé ? Certains procédés techniquement exemplaires ont ainsi été vite délaissés parce que les produits fabriqués se vendaient mal.

L'exemple du projet d'Adouanko

Le projet d'Adouanko, au Bénin, illustre les limites d'une action uniquement centrée sur la technique. But visé par le projet : accroître la production halieutique béninoise en diversifiant les méthodes de pêche. La nouvelle technique envisagée était la ligne à main, permettant la pêche de fond d'espèces démersales de grande valeur.

Cette nouvelle technique nécessitait l'achat d'écho-sondeurs, peu coûteux, et de glacières portatives. Les pêcheurs se rendaient à Cotonou pour s'approvisionner en glace ; ils y vendaient aussi leur poisson frais.

Présentes aux réunions, les femmes n'avaient, avant le démarrage du projet, soulevé aucune objection. La formation des pêcheurs à cette nouvelle technique et l'opération commerciale qui a suivi ont été un succès technique et financier.

Au bout d'un certain temps, les femmes ont cependant réalisé que l'innovation leur était défavorable, puisque les hommes vendaient toute leur pêche à Cotonou, rompant ainsi avec la tradition qui veut que les femmes des familles de pêcheurs aient la priorité sur tout autre acheteur.

Certaines d'entre elles ont essayé de s'imposer sur le marché de Cotonou, mais les nombreuses mareyeuses déjà en place les refoulaient et surtout elles manquaient de capacité de transport.

Aussi les femmes ont-elles fait pression sur les pêcheurs pour qu'ils abandonnent la nouvelle technique et reviennent à la pêche traditionnelle, moins lucrative mais dont elles maîtrisent la commercialisation à Adouanko. Bien que techniquement au point et économiquement rentable, le projet a failli échouer à cause d'une mauvaise appréciation de l'organisation sociale traditionnelle du travail entre les hommes et les femmes.

Les initiateurs ont été conduits à reconsidérer le rôle des femmes dans la filière. Elles furent associées à la réflexion, il fut admis que pour qu'elles puissent commercialiser à Cotonou, il fallait les aider à trouver une solution pour le transport du poisson. Le projet a alors aidé les femmes à se constituer en groupement et à trouver des capitaux pour développer leur activité de commercialisation.

Cette expérience montre que la participation des populations directement concernées par l'innovation n'est pas toujours suffisante et qu'il faut aussi tenir compte de l'interdépendance des acteurs au sein de la filière. Il est souvent nécessaire d'associer à la réflexion les groupes indirectement impliqués par le projet.

Identifier les besoins et analyser les contraintes

Les femmes transformatrices considèrent généralement leur activité d'un double point de vue : économique d'abord, puisqu'elle leur permet de dégager un revenu propre, mais aussi social puisqu'elles peuvent établir ainsi des contacts extérieurs et surtout affirmer leur statut.

Toute amélioration des techniques de production, de traitement ou de distribution passe en général par les femmes.

Dans l'exemple du Bénin ci-dessus, le refus des femmes n'était pas seulement motivé par les difficultés de commercialisation que la nouvelle technique imposait. Face à l'avancée technologique qui ne leur semblait profiter qu'aux hommes, elles craignaient aussi leur mise à l'écart de la « modernité », et du progrès.

Les transformatrices sont généralement d'abord préoccupées par le prix du poisson et les variations saisonnières des captures, qui impliquent en saison morte un ralentissement de leurs activités de transformation. L'amélioration des techniques du fumage et les économies de bois de chauffe que cela représente ne viennent qu'en second plan. Le prix du bois ne constitue pas encore un handicap sérieux et la disparition des forêts, à long terme, les inquiètent moins que les problèmes économiques immédiats de production.

Les objectifs d'un projet doivent correspondre à ceux des bénéficiaires

Les objectifs d'un projet ne coïncident pas nécessairement avec ceux de la population. Avant d'initier une action, il est nécessaire d'identifier très précisément les besoins des bénéficiaires, de bien comprendre leurs contraintes et de mesurer précisément quels seront les avantages qu'ils en tireront et les problèmes éventuels qu'ils pourront rencontrer. Les efforts et les investissements consentis par les groupes bénéficiaires dépendent le plus souvent du bénéfice escompté.

A. Honyoui, au Bénin, explique comment elle a d'abord consacré six mois avec les transformatrices : « J'ai commencé par organiser des visites individuelles et quelques réunions au cours desquelles j'ai fait des démonstrations culinaires et des causeries à propos de l'hygiène. Ce travail dans le milieu m'a permis de connaître les origines des femmes, leurs coutumes, leurs loisirs, les formes d'organisation du travail et d'entraide existantes, les facteurs de cohésion et de division dans le village ; cela m'a ainsi permis d'identifier les problèmes fondamentaux auxquels les femmes se trouvent confrontées dans la réalisation de leur travail. »

Une contrainte ressentie comme majeure par les pêcheurs ou les transformatrices doit conduire à redéfinir un nouveau projet qui leur convienne mieux. Ce n'est pas toujours facile.

Par exemple de nombreux groupes ethniques peuvent composer la communauté des pêcheurs et les besoins ressentis par chaque groupe ne seront alors pas les mêmes car ils n'ont ni les mêmes techniques de pêche, ni la même conception de leur métier.

Dans certains pays, les problèmes de commercialisation peuvent être plus importants que les questions techniques. Ainsi au Sénégal par exemple, la transformation du poisson est un secteur particulièrement dynamique qui a suivi le développement récent de la pêche artisanale. Mais ce secteur est aujourd'hui saturé et la surface de séchage disponible est plutôt sous-utilisée. Avant de lancer un projet de développement de la transformation, il faut donc être très vigilant quant aux débouchés potentiels et à la situation du marché.

Une technique performante doit être facile à utiliser

Le mot technique recouvre un tout complexe : matériels, procédés, savoir-faire, modes de travail... sont autant d'éléments interdépendants. Toute modification de l'un se répercute obligatoirement sur les autres. Le choix d'un matériel, aussi performant soit-il, ne dépend donc pas de ses seules qualités mais de la possibilité de l'intégrer ou non dans l'organisation et les habitudes de travail. Le projet GRET-ITA-Altersyal, mené en 1988 à M'Bour, au Sénégal, nous servira d'exemple.

M'Bour est situé sur la Petite-Côte à 80 km de Dakar. Avec ses pirogues et infrastructures de transformation, c'est le plus gros centre de production de poisson transformé du Sénégal. La majorité des prises est constituée de petits pélagiques. Le *kétiak* (poisson braisé-fumé) est le produit dominant du secteur artisanal de la transformation du poisson.

Le projet avait pour but de perfectionner l'équipement et les méthodes de fumage, braisage, séchage afin d'accroître la qualité des produits proposés au consommateur.

Un centre expérimental a été construit sur un terrain à proximité de la plage face aux aires traditionnelles de transformation du poisson. Le centre est composé de deux fours de braisage et fumage, de six cuves de fermentation, d'un séchoir solaire et d'un hangar de stockage de poisson transformé. La construction du centre et de son équipement a été entièrement financée par le projet. Les villageois ont participé à la construction du centre, les artisans à celle du four.

Entièrement gratuit, disposant d'un matériel plus performant que celui habituellement utilisé, le centre n'a pourtant effectivement fonctionné que pendant quelques mois.

Si le four a remporté un succès certain, le séchoir solaire, lui, n'a été que très peu utilisé. L'espace de séchage sous la tente était trop étroit pour que les femmes puissent circuler facilement. Habitues à sécher leurs produits à l'air libre dans un grand espace, elles ont eu du mal à s'adapter aux nouvelles conditions de travail que leur imposait le séchoir solaire. Plus performant que les autres procédés de séchage, il permettait d'éviter qu'en période d'hivernage, le poisson se rehumidifie. Or c'est précisément durant la période où il aurait été le plus utile qu'il s'est révélé impraticable : pendant la saison des pluies, sous la tente, la température associée à l'humidité est devenue insoutenable.

Inadapté au climat et implanté sans avoir été suffisamment testé par les utilisatrices, le séchoir a été rapidement délaissé ; les femmes ne l'ont plus utilisé que comme matériel d'appoint lorsque leur propres claies de séchage étaient saturées.

Il est donc très important, avant de chercher à introduire une nouvelle technique, de la tester auprès des utilisatrices et de vérifier qu'elle est bien adaptée à leurs conditions et habitudes de travail.

Prévenir les conflits sociaux

L'introduction d'une innovation technique entraîne souvent des conflits sociaux liés à son appropriation. L'exemple précédent a décrit un conflit entre hommes pêcheurs et femmes commerçantes, issu de l'introduction d'une nouvelle technique de pêche. Mais la mise en place de projets de transformation pose aussi souvent des problèmes entre les femmes bénéficiaires.

Élaborés souvent à partir de bonnes intentions, les projets initient des actions communautaires et collectives dont l'ensemble des transformatrices pourraient tirer profit. Mais ces bonnes intentions s'avèrent souvent contradictoires, soit avec les stratégies individuelles des transformatrices, soit avec les rapports hiérarchiques de pouvoir qu'entretiennent les femmes entre elles.

L'exemple du projet GRET-ITA-Altersyal à M'Bour illustre notre propos.

L'exemple d'un centre de transformation à M'Bour

L'organisation mise en place dans le cadre du projet était basée sur le principe de la gestion collective. Plusieurs équipes se relayaient tous les trois mois pour accéder au centre. Les bénéfices devaient être partagés à la fin de chaque exercice.

Présentes au centre par intermittence, les transformatrices n'étaient pas suffisamment motivées pour s'impliquer dans le projet. De plus, la gestion du centre, reposant sur une organisation différente de l'organisation traditionnelle, s'est révélée difficile. Suite aux difficultés, une enquête a permis de mieux comprendre les raisons du refus des femmes. Parmi ces raisons, la volonté de continuer à contrôler l'accès à la profession semblait dominer : les femmes souhaitaient limiter le nombre de transformatrices participant au projet et les sélectionner suivant des critères définis et choisis par elles : appartenance au monde de la transformation, bonne capacité physique, acceptation d'une certaine discipline dans le travail.

Gérer les inévitables conflits

Dans d'autres centres similaires implantés au Sénégal, des tensions, voire des conflits ont surgi. À Caye, par exemple un petit groupe de femmes s'est approprié les installations aux dépens des autres transformatrices. En Sierra Leone, les initiateurs d'un projet ont dû modifier leurs objectifs de départ en raison des multiples problèmes sociaux suscités par de précédentes innovations. Un sociologue a même été envoyé en appui pour aider à dénouer les conflits et redéfinir l'organisation sociale du projet.

Il est très important de comprendre les relations sociales qui existent entre les sous-groupes sociaux concernés par un projet de transformation. Ceci n'implique pas forcément de longues recherches sociologiques mais un travail minimum d'enquêtes sociales est indispensable. Il faut aussi se méfier d'une vision parfois idéaliste de la « communauté de base » qui prévaut chez certains responsables de projet.

Comme toute société, les sociétés africaines sont construites autant sur des rapports de pouvoir que de solidarité et les projets collectifs sont toujours les plus délicats à mettre en œuvre du point de vue de la dynamique sociale.

Il serait illusoire de croire qu'on peut prévenir tous les conflits sociaux liés à l'implantation de nouvelles techniques. Il faut surtout apprendre à les gérer et à les dépasser. Sur ce plan, il n'existe pas de recettes miracles. Il faut être extrêmement prudent et effectuer une réelle animation, à partir de discussions régulières, individuelles et collectives, avec les bénéficiaires du projet. C'est un travail souvent long et qui exige de la patience, mais qui est indispensable.

Savoir calculer la rentabilité des investissements

Le coût des investissements de départ

En dehors des contraintes techniques, sociales et humaines, le principal obstacle au développement de la filière et à la diffusion d'innovations est d'ordre économique. Toute innovation implique des coûts qu'il convient de bien connaître avant de démarrer.

Pour calculer l'investissement de départ, il faut intégrer un ensemble d'éléments. Par exemple, pour réaliser une unité de transformation (séchage ou fumage) il faut prévoir : l'achat ou la location du terrain, la construction ou l'agrandissement des bâtiments (local de traitement, entrepôts, bureaux, etc.), la fabrication des équipements mécaniques (séchoirs, fumoirs...), des claies, l'achat des véhicules pour le transport, des petits équipements et accessoires, les frais divers. Le tableau suivant donne une indication des coûts moyens de certains investissements en Afrique de l'Ouest.

Tableau 5 : Investissements initiaux en francs français pour la production de poisson salé séché

	Séchage naturel (sur claies)	Séchage mécanique (tunnel de séchage)
Terrain	4 680 F (1 800 m ²)	1 300 F (500 m ²)
Bâtiments (magasins ateliers, bureaux)	2 340 F (30 m ²)	46 800 F (120 m ²)
Matériel (claies...)	7 488 F	6 552 F
Imprévus (10% de la valeur terrain + bâtiments + matériel)	1 456 F	11 388 F
TOTAL	15 964 F	125 008 F

Source : *Dossier technique n°3*, série Technologie, CTA, BIT, 1991.

Pour 650 kg de poisson, il faut compter environ 600 m² de claies de séchage à 10 F le m², plus divers matériels. Dans le séchage mécanique, il faut inclure le coût d'installation d'un tunnel de séchage avec ses accessoires.

L'investissement à réaliser pour monter un atelier de conservation ou de transformation du poisson peut souvent paraître coûteux. Tout d'abord cet investissement correspond la plupart du temps à un besoin réel. En effet, dans nombre de pays africains, les communautés de pêcheurs manquent de moyens de réfrigération ou de congélation, ils connaissent de grandes difficultés d'approvisionnement en eau et en énergie et souffrent du manque d'encadrement.

Les groupes de pêcheurs ou de transformatrices ont très rarement les moyens de financer eux-mêmes ce type d'infrastructures indispensables à un bon fonctionnement de l'activité. De plus, même si l'aménagement des infrastructures nécessaires paraît trop onéreux, il faut penser que certains investissements

ne servent pas uniquement à la conservation et à la transformation du poisson ; ils peuvent être utiles aussi à d'autres secteurs d'activités, ce qui augmente l'impact de l'investissement initial.

Privilégier le crédit plutôt que le don

Une fois calculés les coûts d'investissement de départ, il faut clairement identifier ceux qui sont financés par les bénéficiaires. Mis à part les investissements de recherche-action et les frais de fonctionnement du projet lui-même (normalement assurés par les bailleurs), l'investissement en infrastructures de départ et en matériel peut être partagé entre les responsables du projet et les bénéficiaires. Il est très rare que ces derniers puissent les financer en totalité, mais la politique du don pur et simple s'avère aussi un mauvais choix.

Tout d'abord, les bénéficiaires doivent être en mesure d'assurer l'ensemble des coûts récurrents de l'installation (frais de fonctionnement, réparations, etc.). Ensuite, la participation financière des intéressés constitue un gage de leur intérêt réel pour le nouveau matériel. C'est aussi une façon de favoriser son appropriation. Le projet ITA-Altersyal, au Sénégal, insiste ainsi sur la nécessité de « bannir la politique de la main tendue au profit d'une assistance avec système de crédit permettant l'acquisition d'équipements améliorés ».

Mais les pêcheurs comme les transformatrices disposent rarement d'un capital de départ suffisant pour investir dans une unité de conservation-transformation. Une des solutions possibles est d'intégrer un système de crédit approprié au projet d'implantation d'une nouvelle technologie.

Les systèmes de crédit nationaux (banques nationales ou régionales) ne sont en général pas appropriés : délai de recouvrement trop court, aucune assistance en gestion, etc. De plus, les banques nationales font rarement confiance aux petits producteurs et leur refusent souvent l'accès au crédit, faute de garanties matérielles et financières suffisantes.

Parallèlement, il existe aussi des systèmes de crédit informel qui fonctionnent bien, mais qui reviennent très cher aux emprunteurs. De plus, les crédits disponibles sont souvent insuffisants pour financer des investissements à moyen ou long terme. Ce type de crédit informel trouve surtout son utilité pour des emprunts à court terme. Ils servent en général à financer des opérations commerciales ou des dépenses sociales (mariages, etc.).

Mais avant de mettre en place de petits plans de crédits locaux, il faut bien identifier les groupes cibles et bien analyser leurs besoins. Ceux des transformatrices sont très souvent spécifiques.

La fiabilité de l'emprunteur, qui doit être persuadé du caractère obligatoire du remboursement des sommes empruntées, doit notamment être soigneusement vérifiée.

Il faut aussi se méfier des petits systèmes d'épargne-crédit, très à la mode actuellement. Ils constituent un outil très intéressant pour favoriser des dynamiques de développement local mais on ne s'improvise pas banquier. Mieux vaut essayer de travailler avec des organismes professionnels qui maîtrisent bien ce domaine (du type Coopec ou autres structures de crédit solidaire) plutôt que se lancer seul dans cette aventure, quand on ne possède pas la maîtrise professionnelle de ce type d'intervention.

Ces petits plans de crédit locaux articulés à des projets d'amélioration technique de la conservation et de la transformation du poisson doivent être conçus en liaison étroite avec les systèmes de crédit existants. Ils ne doivent pas s'y substituer mais renforcer leur efficacité en les aidant à développer des services financiers adaptés (d'épargne, de crédit, de conseil en gestion) auprès des communautés de pêcheurs et de transformatrices du poisson.

Vérifier la rentabilité de l'investissement proposé

Aucune innovation ne peut être appropriée par ses utilisateurs si elle n'est pas rentable, c'est-à-dire si les coûts de l'investissement sont supérieurs aux revenus supplémentaires dégagés grâce à la nouvelle technologie.

Il faut donc vérifier que les coûts de production seront effectivement inférieurs aux bénéfices des ventes.

Le premier travail consiste donc à évaluer très précisément les coûts de production. Les coûts de production comprennent les coûts annuels fixes et ceux qui varient en fonction du niveau de production.

Coûts fixes et coûts variables

Pour déterminer les coûts fixes, il faut tout d'abord évaluer la valeur des investissements initiaux (terrains, bâtiments, installations, matériel, etc.) et en fixer la durée d'utilisation.

Les coûts annuels fixes comprennent :

- les amortissements des biens mobiliers et immobiliers. Pour les calculer, on considère le prix d'achat et la longévité probable. Ainsi l'amortissement d'un matériel ayant coûté 15 000 000 de Francs cfa, et ayant une durée d'utilisation probable de 8 ans, sera amorti à raison de 8 % (de la valeur d'achat) par an ;

- les frais d’entretien et de réparation représentent un pourcentage des coûts d’investissements, variables selon les équipements considérés ;
- les frais d’assurance ;
- les charges salariales des employés permanents ;
- les intérêts sur le capital (pourcentage des investissements initiaux) et sur le fond de roulement (pourcentage sur les stocks...) ;
- les frais généraux de fonctionnement ;
- un volet imprévu est généralement ouvert (évalué à 10 % des coûts fixes).

Les coûts annuels variables sont d’abord estimés sur une base journalière avant d’être convertis selon le nombre de jour de travail par an. Le tableau n° 6 indique la manière de les calculer.

Tableau 6 : Estimation des coûts annuels variables
(en francs français)

Postes de dépenses	Par jour	Jours de travail/an	Par an
Matières premières (... t de poisson à ... F/t)
Electricité (... kwh à ... F/kwh)
Combustible (... l à ... F/l)
Eau (... m ³ à ... F/m ³)
Autres intrants (sel, huile végétale...)
Emballage (boîtes, cartons, sachets...)
Main-d’œuvre : (... opérateurs à ... F/jour) (... ouvriers semi-qualifiés à ... F/jour) (... manoeuvres à ... F/jour)
Autres postes
TOTAL DES COÛTS VARIABLES

Le total annuel des coûts de production ainsi que le coût total du produit fini peuvent être calculés de la façon suivante :

Tableau 7 : Calcul du coût de production total annuel

Total des coûts annuels fixes	...	F
Total de coûts annuels variables	...	F
Coût annuel de production	...	F
Production annuelle (tonnage de matière première / rendement)	...	t
Coût total par tonne de produit fini (coût annuel de production/production annuelle)	...	/t

Une fois calculés ces coûts (fixes et variables), on peut alors estimer le coût par unité de produit fini (coût annuel/tonnage de production annuelle). On peut évaluer aussi le coût de main-d'œuvre par tonne, de matière première par tonne, etc.

Après avoir évalué les coûts réels de production, il faut les comparer avec les revenus escomptés de la vente du poisson, ce qui implique d'effectuer une étude de marché pour contrôler les quantités effectivement vendables (le marché est-il saturé, quelles quantités les commerçants sont-ils prêts à acquérir ?) et les prix qu'il est réaliste de pratiquer. En cas d'amélioration de la qualité du produit, il faut s'assurer que les consommateurs sont effectivement prêts à payer plus cher un produit de meilleure qualité.

Il n'est pas obligatoire de faire une étude de marché très sophistiquée mais il faut absolument évaluer le niveau de la demande réelle et des prix acceptables. Les commerçants constituent de ce point de vue des informateurs très précieux.

Il ne reste plus ensuite qu'à comparer les coûts et les recettes.

Comparer la rentabilité de l'ancienne technique de production et de la nouvelle technologie

Il ne suffit pas d'avoir démontré qu'une nouvelle technique est rentable pour qu'elle soit effectivement appropriée. Tout changement demande un effort de la part des bénéficiaires. Pour les convaincre d'effectuer cet effort, il faut aussi pouvoir leur prouver qu'ils y gagneront suffisamment, c'est-à-dire que l'avantage, notamment financier, sera intéressant.

On peut dans un premier temps comparer les diverses méthodes de production et apprécier les résultats de telle ou telle amélioration.

Il se peut par exemple qu'une nouvelle méthode permette de réduire la quantité de matières premières achetées (par amélioration du rendement) mais qu'elle augmente la part des amortissements car les investissements initiaux devront être plus élevés que prévu.

Séchage naturel ou mécanique : exemple de calcul de rentabilité

On considère une production de poisson salé et séché, soit par séchage naturel, au soleil sur claies durant cinq jours, soit par séchage mécanique en tunnel durant douze heures. Les tableaux 8, 9 et 10 vont aider à comprendre (quantité de poisson traitée : 650 kg).

Tableau 8 : Production de poisson salé séché, coûts annuels fixes (en francs français)

	Séchage naturel	Séchage mécanique
Amortissements (1)	3 338F	8 424F
Intérêts sur le capital fixe (8 %)	1 280 F	10 000 F
Entretien et réparations (5% des investissements initiaux)	800 F	6 250 F
Assurances (1,5% des investissements initiaux)	239 F	1 877 F
Intérêts sur le fond de roulement (8%)(2)	770 F	900 F
Personnel permanent (3)	7 800 F	18 200 F
Autres frais généraux	1 560 F	2 600 F
TOTAL	15 787 F	48 251 F

(1) Estimés à 4% du coût des bâtiments + 10% des coûts d'équipement + 50% du coût des claies de séchage.

(2) Le fond de roulement représente 5% des coûts variables pour 200 jours de travail par an et 4% pour 250 jours.

(3) Séchage naturel : 1 surveillant. Séchage mécanique : 1 chef et 1 mécanicien/surveillant.

Source : *Dossier technique n°3*, série Technologie, CTA, BIT, 1991.

**Tableau 9 : Production de poisson salé séché, coûts annuels variables
(en francs français)**

	Séchage naturel		Séchage mécanique	
Jours de travail/an	200	250	200	250
Poisson (à 1 040 F la t)	135 200 F	69 000 F	135 200 F	169 000 F
Electricité (1)	-	-	3 380 F	4 212 F
Combustible (gazole) (2)	-	-	41 600 F	52 000 F
Main-d'œuvre (3)	32 448 F	40 560 F	17 472 F	21 840 F
Emballage (4)	8 112 F	10 192 F	8 112 F	10 192 F
Sel (5)	16 224 F	20 286 F	16 224 F	20 286 F
TOTAL	191 984 F	240 032 F	221 988 F	277 524 F

(1) 36 kwh par jour pour 650 kg.

(2) 100 l par jour pour 650 kg.

(3) Séchage mécanique : 7 ouvriers par jour pour 650 kg.

(4) Sachets de polyéthylène (on peut s'en dispenser dans certains cas).

(5) À raison de 1 t de sel pour 5 t de poisson et au prix de 63 F la tonne.

**Tableau 10 : Coût unitaire des produits salés séchés et production
journalière par ouvrier (en francs français)**

	Séchage naturel		Séchage mécanique	
Jours de travail/an	200	250	200	250
Produit fini (t/an)	43	54	43	54
Coûts fixes/t	367F	292F	1 122F	893F
Coûts variables/t	4 464F	4 445F	5 162F	5 139F
Coûts totaux/t	4 831F	4 737F	6 284F	6 032F
Main-d'œuvre directe (jours de travail/an)	2 600	3 250	1 400	1 750
Production journalière par ouvrier (kg)	17	17	31	31

Source : Dossier technique n°3, série Technologie, CTA, BIT, 1991.

Les calculs précédents montrent que le séchage naturel est bien moins onéreux (30 %) que le séchage mécanique.

Examinons les frais fixes. Malgré la nécessité de remplacer tous les deux ans les claies fragiles, les coûts par an restent inférieurs avec le séchage naturel. En effet, les investissements initiaux pour les bâtiments et les dépenses d'entretien restent toujours plus faibles.

Pour les coûts variables, la dépense en combustible est importante avec le séchage mécanique, nulle en séchage naturel. Bien que le séchage mécanique permette de doubler la quantité de poisson séché chaque jour, ce gain ne compense pas les dépenses.

Par contre, le séchage naturel dépend des aléas climatiques et les pertes enregistrées sont souvent lourdes. Tandis que le séchage mécanique permet de traiter le poisson de manière homogène tout au long de l'année. Le produit fini est de meilleure qualité et devrait donc se vendre plus cher. Mais les produits plus chers, même de meilleure qualité, ne se vendent pas forcément mieux : tout dépend des moyens et du choix des consommateurs. Le fait d'adopter ce type de technique est donc lié aux possibilités d'augmenter le prix de vente du poisson transformé.

En général, il est plus prudent d'opter pour des techniques très simples et peu coûteuses. Nous présentons dans les chapitres suivants un ensemble de procédés qui demandent un faible investissement et sont facilement maîtrisables par les transformatrices.

Dans le secteur de la transformation du poisson, l'introduction de technologies assez coûteuses nécessite toujours beaucoup de précautions.

La formation, un outil essentiel mais pas suffisant

Une fois analysée la rentabilité de l'introduction de nouvelles techniques de conservation et de transformation du poisson et les enjeux sociaux de cette innovation, il faut former les futures utilisatrices.

À l'échelle locale, la diffusion d'une innovation passe souvent par un apprentissage « sur le tas » : emploi d'insecticides protecteurs, usage d'un four de fumage amélioré...

À l'échelle régionale, l'organisation de cours réunissant des spécialistes de pays voisins est une excellente manière de diffuser l'acquis d'un projet.

Certaines structures ont mis en place des cours adaptés à des publics très bien ciblés, utilisant différents systèmes comme les cours par correspondance, la diffusion d'un journal, l'utilisation de radios locales, etc.

Cependant, une des erreurs les plus répandues est de penser qu'une formation technique puisse magiquement régler tous les problèmes d'échecs de projets d'innovation. Si les intéressés ne se sentent pas réellement concernés par la réalisation du projet (et pas seulement par l'apport d'argent supplémentaire), le projet risque à long terme d'être un échec. L'augmentation des revenus est sans nul doute un des moteurs logiques de la démarche, mais les dynamiques sociales à l'œuvre sont tout aussi importantes.

QUESTIONS À SE POSER POUR COMPRENDRE LES LOGIQUES ÉCONOMIQUES ET TRANSFORMATRICES

Source : UNIFEM

Achat

- *Quel est l'état de fraîcheur du poisson au moment où la transformatrice l'achète ? Le poisson est-il abîmé ou entaillé ?*
- *Le poisson est-il toujours vendu au même prix ? Quels facteurs affectent le prix du poisson payé par la transformatrice ?*
- *Combien en achète-t-elle ? Comment détermine-t-elle la quantité à acheter ?*

Produit et commercialisation

- *Quelle est la structure commerciale traditionnelle ? Qui s'occupe de la vente des produits transformés ? Où ces produits sont-ils vendus ? À qui les vend-on ?*
- *Quels sont les critères de vente du poisson frais (qualité, taille, apparence...) ?*
- *Comment se détermine le prix de vente du poisson transformé ?*
- *La transformatrice est-elle satisfaite de ses ventes de poisson ? Vend-elle toute sa production ? Pourrait-elle vendre davantage ?*

Aspects socio-économiques de la transformation

- *Combien de temps l'opératrice passe-t-elle à transformer le poisson (achat et vente compris) ?*
- *La transformation est-elle une activité saisonnière ? Quelle saison ? Pourquoi (approvisionnement en poisson, concurrence d'autres activités) ?*
- *Par combien d'autres personnes l'opératrice est-elle aidée ? Qui sont-elles (famille proche / lointaine) ? Quelles tâches accomplissent-elles ? Sont-elles payées ?*
- *Quel est le coût de la transformation ?*
- *Quelles sont les autres activités économiques de la transformatrice ?*
- *Quelle est l'importance pour la famille du revenu de la transformation ? Pourcentage du revenu monétaire total de la famille, pourcentage du revenu global de la famille.*
- *L'opératrice est-elle satisfaite du revenu qu'elle tire de la transformation du poisson ?*
- *Comment pense-t-elle qu'il pourrait être amélioré ?*

Préserver la qualité du poisson



Savoir apprécier la qualité du poisson



Pourquoi le poisson se dégrade-t-il si vite ?



Comment retarder la dégradation du poisson



Savoir apprécier la qualité du poisson

De la pirogue à l'assiette, le chemin est long et complexe et le poisson mis en vente n'est pas toujours de qualité suffisante pour être accepté par le consommateur. Ce dernier juge la qualité du poisson en fonction de l'aspect, la couleur, l'odeur et bien entendu le goût. Il existe de nombreux critères pour évaluer la qualité d'un produit. Ce qu'il ne faut pas oublier, c'est que la qualité de la matière première conditionne la qualité du produit transformé et quel que soit le traitement apporté (séchage, salage ou fumage), un poisson abîmé par des manipulations brutales, infesté d'insectes ou en début de putréfaction, donnera un produit qui se conservera mal et dont le goût sera douteux.

Dans la pratique, c'est le consommateur qui juge lui-même de la fraîcheur du produit. Pour le poisson frais, c'est l'aspect des yeux, des ouïes et parfois l'odeur des entrailles qui permet le jugement, aussi les acheteurs demandent plutôt des poissons entiers non éviscérés. Certains vendeurs sachant que la présence des ouïes et des intestins accélère la détérioration, procèdent à l'étêtage et à l'éviscération, avant de disposer les poissons pour la vente ; mais les acheteurs se méfient de cette présentation car elle ne leur permet plus de contrôler la qualité. On peut rappeler qu'un poisson très frais mais étêté et éviscéré dans de mauvaises conditions d'hygiène, dans une eau de lavage non renouvelée, ne se conservera pas mieux car les dégradations seront accélérées par les bactéries issues des intestins. La méthode idéale pour juger de la qualité d'un produit n'existe pas, mais repose cependant sur certains critères.

Critères de qualité du poisson frais

La méthode d'analyse qualitative la plus simple et la plus rapide est l'observation directe que les acheteurs connaissent bien. Cette évaluation de la qualité est très subjective car c'est une évaluation sensorielle de l'apparence, de la couleur, de l'odeur, du goût et de la texture des aliments ; il peut aussi s'y rajouter l'aspect visuel de son conditionnement et de sa présentation.

Tableau 11 :
Critères d'appréciation de l'état de fraîcheur du poisson
 (Source : Barème de cotation CEE n° 2455/70)

* ou à un stade d'altération plus avancé

Objets d'examen	Sortie de l'eau	CRITÈRES				Stade d'altération avancée
		3	2	1	0	
PEAU	Pigmentation vive et chatoyante, pas de décoloration : mucus aqueux, transparent.	Pigmentation vive, mais sans lustre. Mucus légèrement trouble.	Pigmentation en voie de décoloration et ternie. Mucus opaque.	Pigmentation terne. Mucus laiteux. *		
ŒIL	Convexe (bombé). Cornée transparente. Pupille noire, brillante.	Convexe et légèrement affaissé. Cornée légèrement opalescente. Pupille noire et ternie.	Plat. Cornée opalescente. Pupille opaque.	Concave au centre. Cornée laiteuse. Pupille grise. *		
BRANCHIES	Couleur brillante, pas de mucus. Généralement rouge vermillon.	Moins colorées. Traces légères de mucus clair.	Se décolorant. Mucus opaque.	Jaunâtres. Mucus laiteux. *		

A S S E T - C O U L E U R

A S P E C T - C O U L E U R	CHAIR (coupure dans l'abdomen)	Bleuâtre ou blanche selon les poissons, translucide, lisse, brillante, sans changement de coloration originale.	Veloutée, cireuse, feu- trée. Couleur légèrement modifiée.	Légèrement opaque.	Opaque. *
	COULEUR le long de la colonne vertébrale	Pas de coloration.	Légèrement rose.	Rose.	Rouge. *
É T A T - T E X T U R E	ORGANES	Reins et résidus d'autres organes rouge brillant, comme le sang à l'intérieur de l'aorte.	Reins et résidus d'autres organes rouge mat. Sang se décolorant.	Reins, résidus d'autres organes et sang rouge pâle.	Reins, résidus d'autres organes et sang brunâtre. *
	CHAIR	Ferme et élastique. Surface lisse.	Élasticité diminuée.	Légèrement molle (flasque), élasticité diminuée, surface cireuse (veloutée) et ternie.	Molle (flasque). Écailles se détachant facilement de la peau, surface granuleuse. *
	COLONNE VERTÉBRALE	Se brise au lieu de se détacher.	Adhérente.	Peu adhérente.	Non adhérente. *
	PÉRITOINE	Adhérent totalement à la chair.	Adhérent.	Peu adhérent.	Non adhérent. *
O D E U R	BRANCHIES PEAU CAVITÉ ABDOMINALE	Aigue marine.	Ni d'algue, ni mauvaise.	Légèrement aigre.	Aigre. *

Le tableau 11 des pages précédentes résume un certain nombre de critères simples, définis par un cahier des charges. Mais tous ces facteurs, qui ont été séparés pour la commodité du tableau, se chevauchent et constituent ce que les consommateurs nomment la « fraîcheur ».

Certaines mesures plus fines utilisent les propriétés que possèdent les tissus animaux à retenir une charge électrique ou au contraire à être considéré comme une résistance. On utilise pour cela une batterie et des électrodes qui sont placées sur le corps du poisson. Cet appareillage appelé « compteur de fraîcheur » comporte une lecture directe numérotée de 1 à 19 ; un poisson très frais affiche généralement une valeur de 16.

Mais il existe aussi des méthodes d'analyse chimiques simples ; elles nécessitent certaines préparations (broyage, homogénéisation, dilution).

On peut mesurer la présence et la quantité de certains composés chimiques qui se forment, en cours d'altération, par la présence et l'action des enzymes et des micro-organismes.

On mesure ainsi la quantité de triméthylamine qui est un produit analogue à l'ammoniac, d'azote volatil, de produits de dégradation des nucléoprotéines et des matières grasses ; ainsi que la teneur en eau et en sel ; on tient compte aussi de la valeur du pH.

Critères de qualité du poisson transformé

Dans le cas du produit transformé, la qualité alimentaire est une notion encore plus complexe car elle dépend avant tout des habitudes alimentaires ; en effet, certains consommateurs préfèrent un poisson ayant subi un début de fermentation avant le séchage / salage / fumage.

Le principal instrument d'évaluation reste le consommateur car ses pratiques et ses goûts influent sur le choix des critères à considérer. Les principaux paramètres cités ci-dessous permettent d'évaluer simplement la longévité et la conservation du produit. Voir le tableau 12 page suivante.

L'aptitude à la conservation est liée à la composition du produit (teneur en eau, en sel...) ainsi qu'à son état de contamination microbiologique et d'infestation par les insectes.

La teneur en eau doit rester inférieure à 25 % (du poids total) pour limiter les phénomènes de dégradation explicités plus haut. L'analyse est faite à partir d'échantillons prélevés en différents endroits du corps (dos, filet, partie externe...) et à différentes périodes de stockage (problèmes de réhydratation).

Tableau 12 : Qualités recommandées avec niveau d'altération tolérées par le Tilapia
(ouvert, salé, séché et fumé)

Indice de qualité	Bonne qualité (classe A)	Qualité moyenne (classe B)	Qualité médiocre (classe C)
Coloration	jaunâtre à brun	trop clair (pas assez fumé) trop foncé (trop fumé voire brûlé)	trop clair
Fiabilité	nulle	modérée	très grande
Nettoyage	peu ou pas de résidus de sang ou de viscères	quelques résidus observables	beaucoup de résidus, nettoyage insuffisant
Infestation insectes	nulle	légère	importante
Contamination moisissures	nulle	légère	importante
Odeur	un peu rance	rance, légèrement ammoniaquée et fumée	excessivement rance, ammoniaquée et fumée
Teneur en eau	eau < 45 %	45 < eau < 55 %	eau > 55 %
Teneur en sel	8 < sel < 15 %	5 < sel < 8 % ou 15 < sel < 20 %	moins de 5 % plus de 20 %
pH	6,0 < pH < 6,9	6,9 < pH ≤ 7,2	moins de 6,0 plus de 7,2

Les échantillons sont placés en étuve et on calcule la différence entre le poids de matière fraîche pesé en début de séchage, et le poids de matière sèche pesé en fin de séchage, le poids résultant correspond à la teneur en eau.

La teneur en sel doit être d'environ 6 % (minimum) afin d'inhiber la multiplication de la plupart des bactéries pathogènes. Cependant, certaines bactéries halophiles se développent très bien en présence de sel et donnent une couleur rouge à certains poissons salés. La longévité du produit est alors amoindrie. Pour des teneurs en sels supérieures à 30 %, la durée de conservation peut atteindre plusieurs mois, mais les consommateurs n'apprécient pas toujours un produit très salé.

La teneur en phénol : l'absorption de composés phénoliques, lorsque le poisson a été fumé, dépasse rarement les 3 mm de profondeur à partir de la surface. Au-delà, le goût de fumé est trop fort et le poisson est desséché.

Le taux de contamination par les micro-organismes et par les insectes doit être minimum, voire nul. Il faut cependant être très vigilant sur l'emploi de certains insecticides toxiques (malheureusement souvent encore utilisés, par ignorance, dans les pays en voie de développement).

Une recherche précise doit être faite en ce qui concerne les bactéries pathogènes qui génèrent des maladies ou des toxicoses parfois mortelles. On peut citer la *Salmonelle spp.*, le *Clostridium perfringens* (welchii), le *Vibrio parahaemolyticus*, le *Vibrio cholerae*, le *Bacillus cerceus*, qui se reproduisent dans l'organisme qui les ont ingérés ; le *Staphylococcus aureus*, le *Clostridium botulinum* qui produisent des toxines souvent mortelles.

Les tests nécessaires pour vérifier la présence des principaux pathogènes sont très complexes et ne sont pas toujours pratiqués régulièrement.

Pourquoi le poisson se dégrade-t-il si vite ?

Dès qu'un poisson meurt, une série de dégradations ou d'altérations physico-chimiques et biochimiques commence à se produire. Cette perte de qualité spontanée est provoquée par les enzymes naturellement contenus dans les muscles et les organes du poisson. Des contaminations extérieures par les bactéries peuvent aussi intervenir et accentuer le processus.

Il est très difficile de distinguer, lors du processus de dégradation, la part qui revient à la cause « interne » naturelle de celle de la cause externe microbienne, car les deux phénomènes apparaissent simultanément. En effet, le système enzymatique du poisson et plus particulièrement celui de l'appareil digestif, qui est responsable de l'altération naturelle du poisson, facilite, par le ramollissement des chairs, la pénétration des bactéries.

Les deux processus sont donc étroitement liés. Plus l'attente avant traitement est longue, plus le risque de dégradation du poisson est grand.

Indépendamment de toute action microbienne, les tissus animaux subissent après la mort d'importantes modifications. On peut simplifier en résumant cette évolution en trois phases.

Le muscle est encore mou, avec un pH (13) voisin de 7, et des fibres musculaires non détériorées. Puis le muscle devient dur avec un pH acide voisin de 6. On observe une perte d'eau par suintement, et les fibres musculaires commencent à se dégrader sous l'action enzymatique ; même cuit, le muscle reste dur. Enfin le muscle redevient mou, contient beaucoup de protéines fractionnées, et le pH remonte à 7 ; le muscle est tendre après cuisson.

Durant ces trois phases, le muscle est encore comestible. Puis arrive la phase d'autolyse (14) où le pH devient supérieur à 7, donc basique, et durant laquelle les protéines sont de plus en plus dégradées, la chair est molle et gluante et le muscle est inconsommable.

Contamination bactérienne

Chez un poisson récemment capturé, les muscles sont exempts de toute contamination, mais les bactéries se trouvent en surface sur la peau, les ouïes et dans les intestins. Après la mort, les premières bactéries qui envahissent le muscle sont celles de l'appareil digestif, leur action étant facilitée par le début de l'autolyse. La contamination externe par d'autres bactéries est d'autant plus importante que l'eau est polluée ou que les manipulations lors de la capture sont trop brutales, provoquant des écorchures ou des déchirures. Le manque d'hygiène intervient aussi par contact avec le sol, les embarcations ou les conteneurs insuffisamment nettoyés. Les bactéries pénètrent dans le poisson et produisent des composés provoquant des odeurs et des goûts désagréables.

Impact sur la santé

Les poissons apparemment sains à la sortie de l'eau, peuvent, s'ils ne font pas l'objet de précautions ou de traitements particuliers, être vecteurs de bactéries pathogènes et provoquer des intoxications ou des maladies.

(13) pH : Acidité actuelle qui traduit la concentration en ions hydrogène (H^+) dissous dans le produit. Il varie de 0 à 14. La neutralité est égale à 7. Lorsque sa valeur se situe entre 0 et 6,9, le produit est acide ; pour une valeur comprise entre 7,1 et 14, on le dit basique.

(14) L'autolyse est la destruction naturelle d'éléments organiques sous l'action d'agents internes à l'organisme considéré. Synonyme : autodestruction.

Comment retarder la dégradation du poisson

Les réactions chimiques enzymatiques d'autodestruction (voir note précédente, autolyse), ainsi que l'action des micro-organismes responsables de la dégradation du poisson, ne se réalisent que dans des conditions bien spécifiques. Changer ces conditions peut donc permettre de ralentir, voire de stopper cette dégradation. On peut intervenir facilement sur la température, la teneur en eau, la concentration en sel et la modification du pH.

Influence de la température

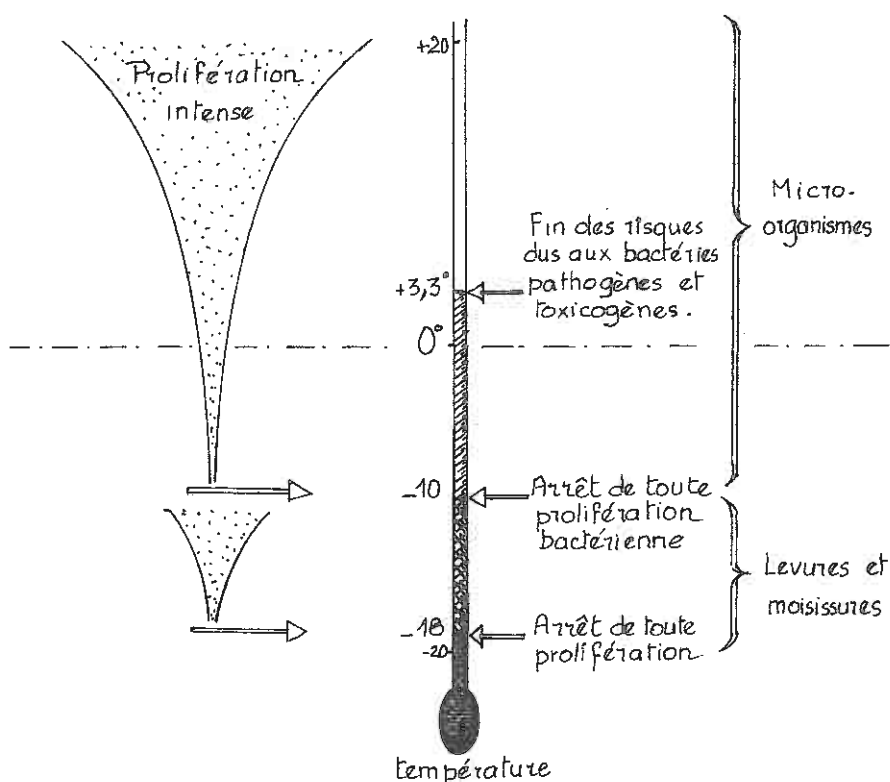
La flore bactérienne du poisson et les enzymes présentes dans les tissus sont adaptées à la température du milieu dans lequel vit le poisson ; soit 5°C à 10°C pour les poissons d'eau froide, et 20°C à 30°C pour les poissons tropicaux. En abaissant ou en augmentant la température, on agit donc sur les activités bactériennes et enzymatiques.

On peut abaisser la température

Plus elle est basse, plus les activités des micro-organismes et des enzymes sont ralenties, et le temps de conservation est allongé (figure 11 p. 81). La réfrigération qui maintient le poisson dans la glace à 0°C, prolonge la conservation de quelques jours ; la congélation qui abaisse la température du poisson à - 30°C, permet une conservation allant jusqu'à plusieurs mois. En effet, la vitesse des réactions chimiques est très ralentie à 0°C et presque totalement arrêtée à - 30°C ; de même les bactéries et micro-organismes sont en état de vie ralentie et ne peuvent pas se reproduire et envahir les muscles du poisson.

Mais même à - 30°C, les réactions chimiques et enzymatiques ne sont pas complètement bloquées, elles continuent d'évoluer très lentement. De même tous les micro-organismes ne sont pas détruits et dès que l'action du froid est stoppée, leur action reprend. Ceci permet de comprendre qu'un poisson congelé

Figure 11 : Action de la température sur la multiplication et la toxicogénèse des micro-organismes responsables des contaminations des denrées alimentaires



doit rester en cet état tout au long de la chaîne de commercialisation : la « chaîne du froid » ne supporte pas de discontinuité.

On peut aussi augmenter la température

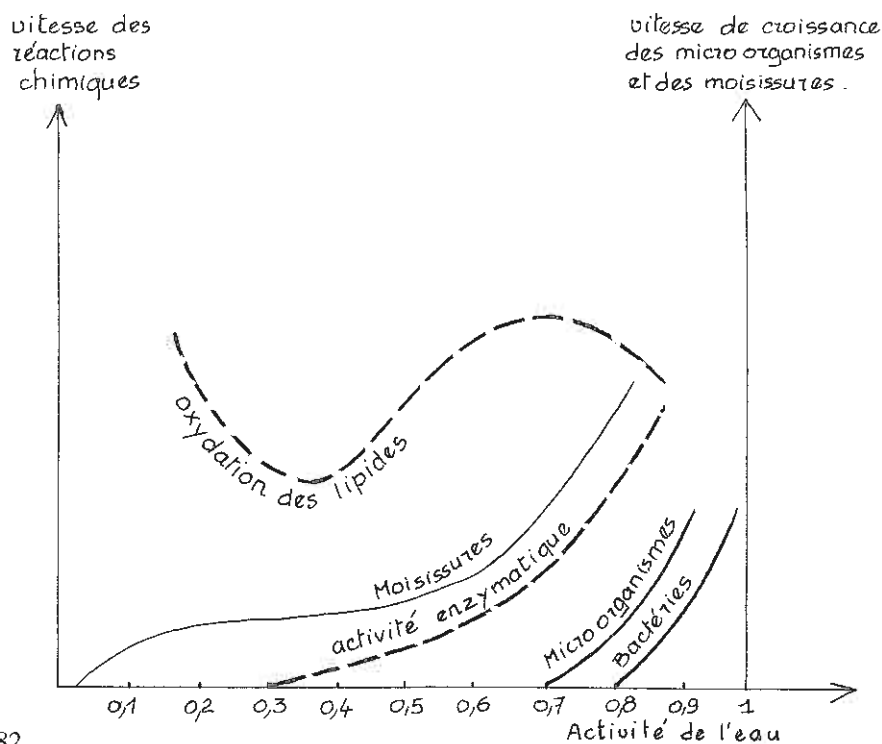
Si le froid ne permet pas de détruire tous les facteurs de détérioration du poisson, l'application de hautes températures représente le traitement le plus ancien et le plus efficace contre les micro-organismes et les enzymes. Leur destruction est partielle dans le cas de la pasteurisation où la température ne dépasse pas 100°C, totale pour la stérilisation où la température est supérieure à 100°C. Ces traitements par la chaleur, très anciens, sont principalement l'appertisation qui est une stérilisation en emballage étanche, et le fumage à chaud.

Influence de la teneur en eau

L'eau, élément constitutif le plus important du poisson, intervient dans tous les processus biochimiques et microbiologiques. Les micro-organismes sont vite gênés dans leur développement par la diminution de la quantité d'eau disponible ; ce n'est pas le cas des enzymes qui ne cessent leur activité qu'avec une teneur en eau extrêmement réduite. Très schématiquement, cette eau existe sous deux formes : l'eau libre qui est facilement utilisable et dont l'évaporation est facile et l'eau liée (aux molécules organiques) et difficile à extraire lors du séchage. Plusieurs techniques de conservation ont pour objectif d'extraire une partie de cette eau afin de freiner le développement microbien et l'action des enzymes. C'est le cas du séchage, du salage et du fumage.

Mais, contrairement aux autres facteurs dégradants, l'oxydation des lipides est augmentée par la faible teneur en eau ; c'est l'altération la plus indésirable des produits déshydratés car elle peut être très intense et donne au produit un goût et une odeur rances.

Figure 12 : Relation entre la valeur de l'activité de l'eau, la croissance des micro-organismes et la vitesse des réactions chimiques



Influence de la valeur du pH

Presque toutes les denrées d'origine animale ont un pH voisin de la neutralité et de ce fait sont susceptibles d'altération par le développement des micro-organismes.

L'abaissement du pH par acidification (addition de vinaigre par exemple), en abaissant le pH, réduit l'activité bactérienne et rend possible la consommation du poisson sans cuisson. C'est le cas des marinades.

En effet, la presque totalité des bactéries ne se développent pas en dessous d'un pH égal à 4,5. Cependant, certaines résistent mieux que d'autres et parviennent à dégrader le produit. De plus les germes, quoique inhibés par un pH bas, ne sont pas détruits et sont donc susceptibles de se revivifier lorsque les conditions de vie s'améliorent.

Tableau 13 : Caractéristiques de croissance de quelques micro-organismes responsables de toxi-infection

Bactéries	Taux de croissance		pH minimum de croissance
	Minimum	Optimum	
Salmonella	6,7	37	4,5
Clostridium botulinum	10	35	4,7
Staphylococcus aureus	6,7	35	5

On peut ajouter en dernière information que certaines bactéries lactiques et acétiques, les levures et moisissures, s'accommodent très bien d'un pH voisin de 3.

Comment réduire les pertes ? Quelques consignes simples



Manipuler et transporter le poisson avec précaution



Maintenir le poisson à basse température



Surveiller l'hygiène



Lorsqu'il s'agit de déterminer si une espèce de poisson se prête à un procédé de transformation plutôt qu'à un autre, il faut tenir compte de trois facteurs :

- la taille. Les petits poissons ne posent pas de problèmes. Ils peuvent être séchés, salés ou fumés entiers, les plus gros doivent être ouverts ou fractionnés pour augmenter les surfaces de contact avec les adjuvants ;

- la teneur en matières grasses qui s'oxydent facilement en présence d'oxygène. Parfois recherché par certaines ethnies, ce goût de rance est le plus souvent refusé par la plupart des consommateurs. Il conviendra d'éviter de sécher ou de saler ce type de poisson (de plus la présence de matière grasse gêne la pénétration de sel). En revanche, préalablement bouillis et séchés puis fumés, ils donnent d'excellents produits ;

- la texture de la chair. Les poissons à chair ferme sont faciles à manipuler, par contre ceux à chair tendre se brisent et s'émiettent et sont ensuite plus difficiles à traiter puis à commercialiser. ■

Manipuler et transporter le poisson avec précaution

Comme nous l'avons vu à la lecture des exemples des savoir-faire traditionnels du précédent chapitre, la réussite ou l'échec des transformations est conditionné par la fraîcheur et l'état du poisson.

Quelques précautions sont indispensables

La qualité du poisson fourni aux transformateurs dépend de la façon dont il a été manipulé dès sa capture, car la dégradation naturelle commence très tôt. Il faut respecter quelques règles essentielles depuis la sortie des filets jusqu'à l'arrivée aux zones de transformation.

- Ne pas maltraiter et éviter toutes les conditions qui pourraient accélérer les processus de dégradation ; les plus importantes étant les chocs, l'élévation de température et le manque d'hygiène (voir figure 13 page suivante).
En effet, si le poisson est endommagé par des chocs en début de circuit, le produit final ne sera pas de bonne qualité car les enzymes et les bactéries auront une activité accrue au niveau de chaque meurtrissure.
- Favoriser l'hygiène qui doit être stricte pendant l'éviscération et les manipulations car les enzymes contenus dans les intestins vont contaminer la chair et accélérer le processus de dégradation (voir figure 14 page suivante).
Il faut aussi, afin d'éviter toute contamination extérieure par des agents pathogènes, nettoyer les pirogues, les caisses et les instruments de travail avec de l'eau propre (en pleine mer, le problème est facilement résolu, mais il faut se méfier de l'eau des ports souvent très polluée). De plus, lors de la mise à terre, les lieux de débarquement et les zones de transformation doivent être tenus aussi propres que possible. Les déchets doivent être éliminés afin de ne pas attirer les insectes et les animaux nuisibles. On peut prévoir, sur les

Figure 13 : Ne pas maltraiter le poisson dès sa sortie de l'eau



Figure 14 : Favoriser l'hygiène (lavage du poisson dans une eau propre, filetage sur une surface à nettoyer...)



aires de transformation, des surfaces de travail en plastique ou en métal plus faciles à nettoyer que celles en bois (mais aussi plus coûteuses).

- Effectuer un tri car les poissons capturés à des périodes différentes et donc arrivés à des stades différents de dégradation doivent être séparés les uns des autres. Il en est de même vis-à-vis de la taille car les petites pièces se détériorent plus rapidement que les grosses.
- Diminuer au maximum la durée d'exposition à la température ambiante, forte sous les tropiques, par l'emploi de glace.
- Choisir très rapidement une procédure de conservation ou de transformation pour ralentir cette dégradation.
- On conseille aussi d'éviscérer le poisson le plus rapidement possible et de couper les nageoires. Même si les consommateurs n'ont pas toujours l'habitude d'acheter du poisson vidé, c'est un facteur important de prolongation de sa fraîcheur et fermeté.

Les améliorations possibles

La première amélioration consiste à empêcher un début de dégradation sur la pirogue ou le bateau ; cela implique de transporter d'abord le poisson dans les meilleures conditions.

Mise en attente du poisson dans la pirogue

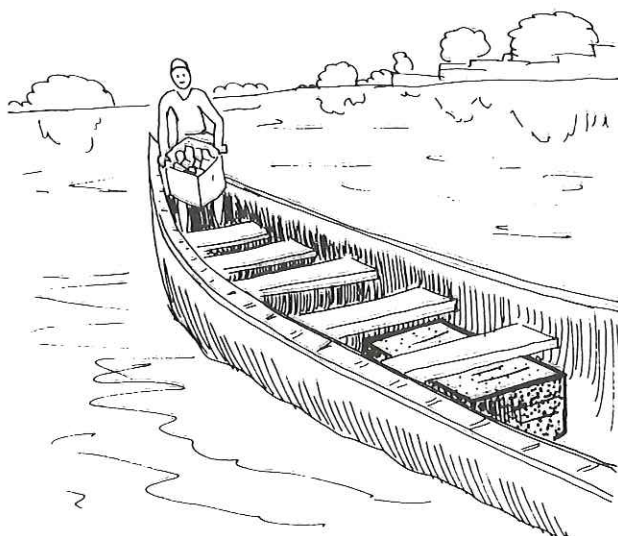
L'usage de la glace à bord des bateaux de pêche est une pratique courante ; elle est très utilisée dans des pêcheries commerciales où les expéditions de pêche durent plusieurs jours et où le poisson doit être maintenu en bon état jusqu'au débarquement (voir figure 15 page suivante).

Dans les petits bateaux de type pirogue, il n'est pas pratique d'embarquer de la glace. La principale raison étant le manque de place à bord. De plus, le pêcheur ne peut combler cette dépense en demandant au consommateur des prix plus élevés.

D'autres améliorations porteront essentiellement sur :

- les manipulations « douces » afin d'éviter les brisures ; il faut éviter le ramassage brutal avec une pelle lors de la mise en caisse ;
- la protection contre les insectes à tous les stades ;

Figure 15 : Le poisson reste en attente dans une caisse, remplie de glace, placée au milieu de la pirogue



- l'acheminement plus rapide ;
- l'amélioration des lieux : installations de mise à terre, de commercialisation, hangars de stockage, agrandissement des entrepôts frigorifiques à proximité des zones de pêche et si possible installation des unités de transformation au voisinage des zones de pêche ;
- l'amélioration des conditions de stockage.

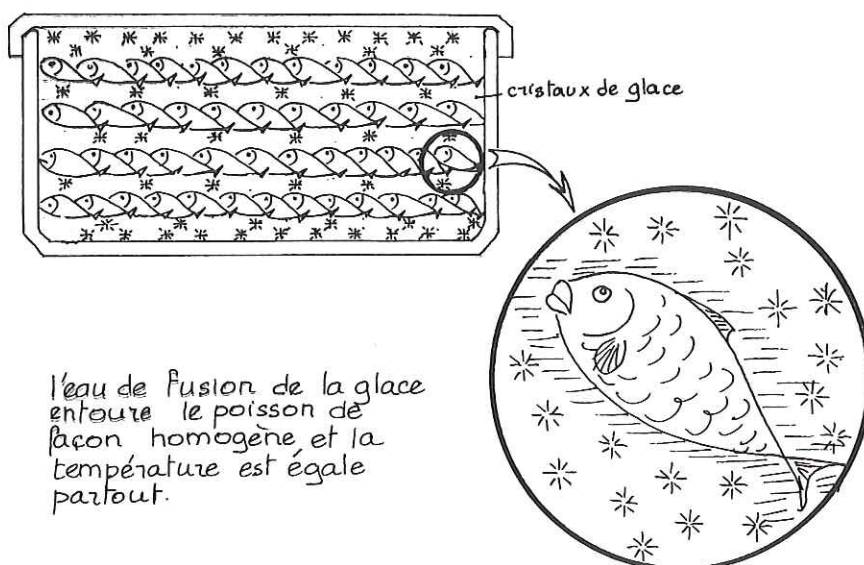
Maintenir le poisson à basse température

Le refroidissement doit avoir lieu le plus tôt possible, c'est-à-dire dès la capture, ainsi que le maintien au froid, car la prolifération des bactéries et l'action des enzymes sont proportionnelles à l'augmentation de température.

Pour prolonger la durée de conservation, il faut atteindre la température la plus basse possible mais sans dépasser le point de congélation qui se situe entre

- 1°C et - 2°C ; en effet, à cette température, on observe un début de congélation et les agents de dégradation se concentrent dans la partie d'eau restée liquide et continuent à se multiplier (voir figure 16).

Figure 16 : Réfrigération par glace

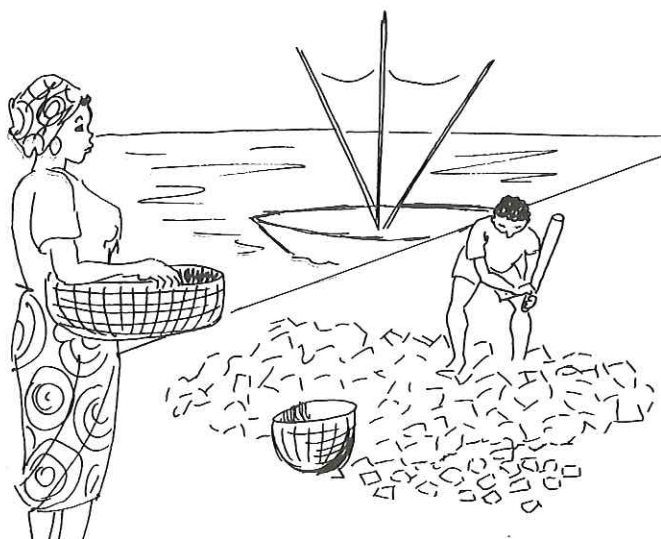


Toutes les mesures visant à abaisser la température des prises contribuent à préserver la qualité du poisson. En effet, un abaissement de température diminue l'activité microbienne dégradante. Par exemple, avec une baisse de température de 5°C, on diminue de deux fois l'activité bactérienne ; avec un abaissement de 20°C, on la diminue de seize fois. Un « Tilapia » subit autant de dégâts en une heure à température ambiante, qu'en un jour à 0°C.

La glace est un bon matériau de réfrigération car elle maintient, sans méthodes de contrôle compliquées, la température légèrement supérieure au point de congélation (1°C). L'eau émanant de la fonte de la glace (eau de fusion) enrobe complètement le poisson et entraîne avec elle les bactéries situées à sa surface (voir figure 17 page suivante).

L'emploi de glace augmente considérablement la durée de conservation du poisson, tant en mer après la capture, que lors de sa manutention à terre. L'eau utilisée lors de la fabrication de la glace doit être propre, car il ne faut pas, lors de la réfrigération, contaminer le poisson avec de la glace contenant des bactéries.

Figure 17 : Fabrication artisanale de glace pilée



La glace, fractionnée à même le sol, sera sale et contaminée.



La glace cassée est immédiatement stockée dans des paniers ou des bacs.
Elle restera propre et peu contaminée.

Le poisson est mélangé à la glace fractionnée et en quantité suffisante pour le garder à bonne température jusqu'à sa transformation ou sa vente. La glace est en général transportée en barres à bord des pirogues, elle est fractionnée au moment de son utilisation (voir figure 18).

Figure 18 : Transporté en pirogue, le poisson est recouvert de glace



La chaîne du froid ne doit pas être interrompue. Si le poisson est simplement maintenu dans la glace, il faut renouveler la glace, évacuer l'eau de fonte excédentaire afin que la température du poisson reste voisine de $-0,5^{\circ}\text{C}$.

À cette température, les actions des enzymes et bactéries sont très ralenties et le poisson pourra être conservé cinq à six jours (durée variable selon les espèces).

S'il est congelé (-30°C), il devra être entreposé à -18°C afin de pouvoir être conservé plusieurs mois. Si un réchauffement accidentel se produit, les micro-organismes reprennent leurs activités. Ainsi, à -17°C les levures et moisissures peuvent apparaître, à -10°C les enzymes et bactéries reprennent leurs activités dégradantes.

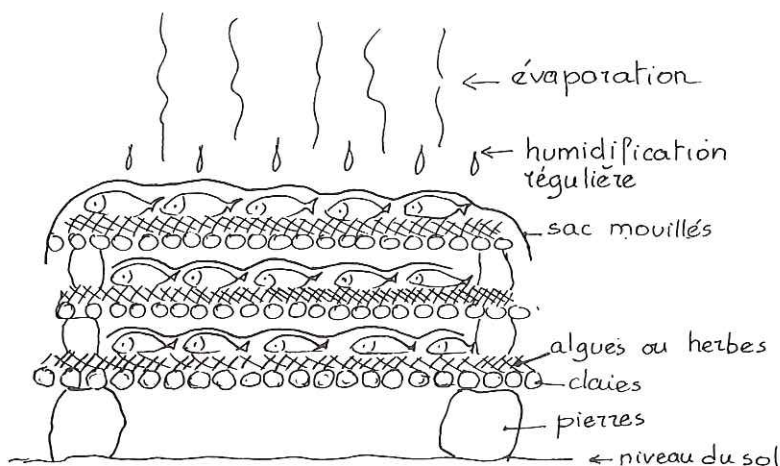
Ce qu'il ne faut pas faire : recongeler un produit décongelé car les nombreux micro-organismes qui se sont multipliés, remis en vie ralentie, auront une activité beaucoup plus grande lors de la nouvelle décongélation.

De plus, les qualités organoleptiques (15) de ce produit sont mauvaises à cause d'une exsudation partielle et du dessèchement lié à l'humidité de l'air. Le meilleur refroidissement est obtenu avec de la glace mais, dans de nombreuses régions, il est parfois difficile voire impossible d'en trouver. On utilise alors des méthodes plus simples, moins efficaces sans doute, mais qui permettent cependant de garder le poisson relativement frais.

Refroidissement par évaporation

Le poisson, placé à l'abri du soleil, est recouvert de sacs propres et mouillés, ce qui empêche les mouches d'y pondre leurs oeufs ; les sacs doivent constamment être réhumectés afin que le refroidissement produit par l'évaporation ne soit pas interrompu. Le poisson doit être bien aéré pour que le phénomène évaporation-réfrigération soit homogène ; pour ce faire, on peut disposer les prises sur des lits d'herbes ou d'algues mouillées, et séparer les plateaux par des morceaux de bois.

Figure 19 : Refroidissement par évaporation



(15) Qualité organoleptique : représente l'ensemble des impressions sensorielles (vue, odeur, goût...) que procure ce produit lors de sa dégustation. Un barème de cotation (de 0 à 6) indique la valeur du produit. Tout produit frais, réfrigéré ou décongelé, dont l'indice d'altération dépasse 3,0, est considéré comme impropre à la consommation (voir le tableau 2 de l'annexe 3, concernant les barèmes de cotation).

Dans d'autres cas, les lits alternés d'algues mouillées et de poissons sont placés dans des récipients poreux qui permettent à l'eau de s'évaporer (figure 19). Malgré cela, sans l'emploi de glace, le poisson se conservera seulement quelques heures car l'abaissement de température n'est que de 3°C à 5°C.

Refroidissement avec de la glace

C'est un système très simple qui consiste à refroidir de l'eau de mer avec de la glace. Il est utilisé dans les pays du sud-est asiatique : on déverse de l'eau de mer et de la glace à l'intérieur d'une cale située dans l'embarcation ; le poisson y est ainsi conservé et protégé des dégradations physiques.

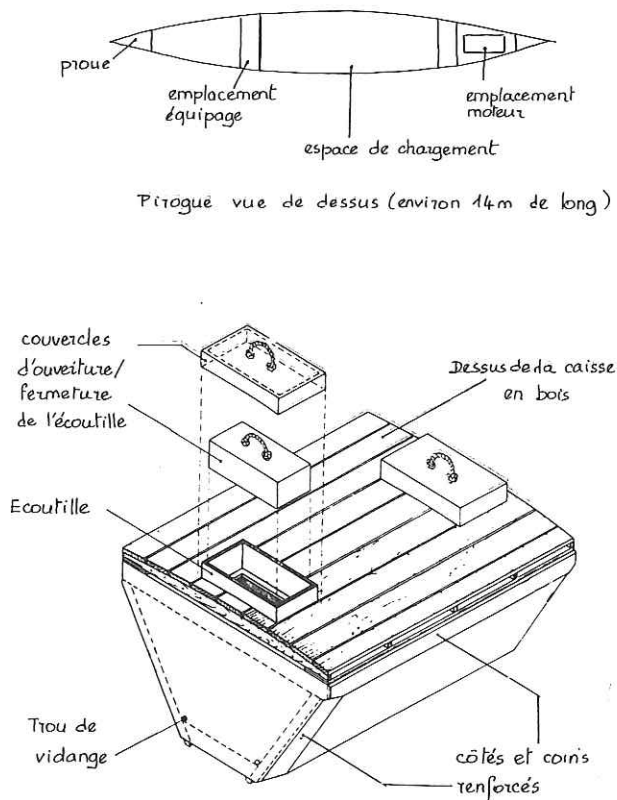
Dans un nombre croissant de pêcheries par petits bateaux, des caisses isothermes sont utilisées pour transporter la glace en mer

Ces boîtes sont ensuite utilisées pour stocker le poisson lorsque la sortie en mer est trop longue. L'utilisation de ces caisses, réalisées en bois et en polystyrène aux dimensions du bateau, est une solution intéressante de stockage. En effet, c'est un moyen intermédiaire entre le stockage en vrac et le stockage en étagère.

De plus, cette technique permet de séparer le poisson en catégories (dimension, espèce, âge ou encore selon le moment de la capture). Le poisson n'est pas endommagé et la manutention est minimale. La dimension des caisses peut être adaptée à la taille de l'embarcation et leur fabrication est souvent faite localement et à bas prix (voir figure 20 page suivante).

Ces conteneurs isothermes, qui retardent la fonte de la glace et stockent le poisson au fur et à mesure de sa capture, sont conseillés mais impliquent un investissement de la part du pêcheur. Cependant, c'est le prix de la glace qui est le plus contraignant car il représente une dépense régulière et permanente (elle est parfois vingt fois plus chère que dans les pays tempérés). Ainsi, avant de préconiser son emploi, il faudra prévoir une étude des coûts et de la commercialisation du produit.

Figure 20 : Caisse isotherme dont la forme est adaptée à la pirogue



Principe : Réfrigération par glace ou eau de mer.

Caractéristiques : Fabrication en polyuréthane et fibre de verre à l'intérieur, renforcée en bois à l'extérieur ; largeur adaptée à la pirogue (en général 2,50 m) ; volume = 2 m³ ; épaisseur des parois = 10 cm ; quantité de poisson stockée = 1 000 à 155 kg ; quantité de glace = 700 kg.

Observations : La pirogue prend la mer avec la glace en barres de 25 kg placée dans des compartiments. Cette glace sera concassée lors de son utilisation. Après capture, les poissons sont triés et disposés avec soin dans les conteneurs en alternance avec les couches de glace ; la couche du fond sera la plus épaisse (5 cm).

Avantages : Le poisson est de très bonne qualité et peut se conserver sur le bateau durant six jours ; la quantité de glace utilisée est minimale.

Inconvénients : Le coût est assez élevé, et le conteneur lourd est difficile à manier. De plus, les menuisiers locaux ne savent pas travailler des matériaux comme la fibre de verre et le polystyrène. L'intérieur est fragile et se casse parfois lorsqu'on laisse tomber brutalement les barres de glace.

Surveiller l'hygiène

Préparer les poissons

À ce stade, l'hygiène est très importante. La préparation du poisson ne doit jamais se faire directement sur le sol car les poussières et les bactéries contamineraient le poisson. Les tables, surélevées, auront de préférence une surface lisse facile à nettoyer (prévoir l'écoulement des liquides par une légère inclinaison du sol et des tables).

Le tranchage se fera sur une planche en bois ; cela évite d'abîmer le fil des couteaux ; l'aiguisage des couteaux doit se faire avec une meule, une pierre à aiguiser ou un fusil et non pas sur une bordure de ciment comme cela se pratique beaucoup en Afrique de l'Ouest (la lame des couteaux est rognée en moins de deux ans). Les couteaux sont courts (pour découper les petits poissons), souples (pour le filetage), plus grands et plus lourds pour les gros poissons.

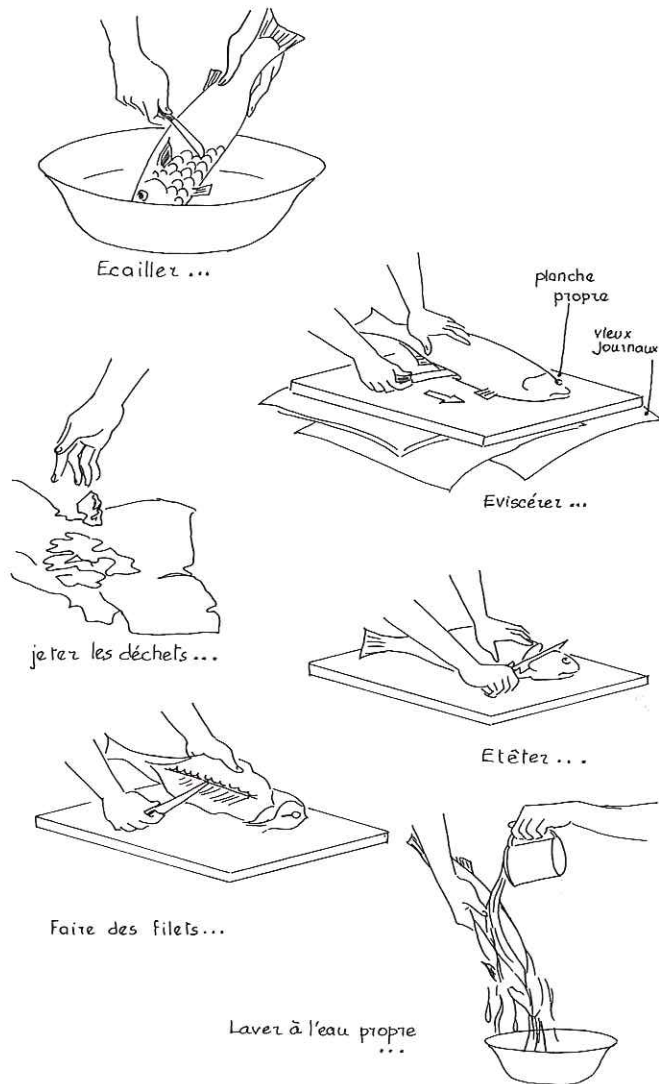
Lorsque l'éviscération se fait à bord des embarcations, tous les ustensiles utilisés doivent être nettoyés, les entrailles immédiatement jetées à la mer, et les aires d'éviscération lavées à l'eau de mer.

Lors de la préparation du poisson destiné à être séché, salé ou fumé, il faudra tenir compte des habitudes alimentaires ; par exemple, dans certaines régions, il ne faut pas étêter le poisson.

Ensuite interviennent bien sûr les critères purement techniques ; ainsi, pour le salage et le séchage, le poisson doit être préparé en vue de la pénétration du sel ou de la fumée et le retrait de l'eau. Ainsi, les poissons de plus de 15 cm de long sont ouverts en deux afin d'augmenter la surface de contact et à diminuer l'épaisseur de la chair ; s'ils font plus de 25 cm de long, ou s'ils sont très épais, il faut pratiquer des entailles (tous les 2 à 4 cm), ou bien les découper en morceaux. Les petits poissons de moins de 10 cm comme les anchois ou les sardines, sont souvent traités sans aucune préparation préliminaire, mis à part l'écaillage pour favoriser la pénétration de la fumée.

*L'exemple de préparation ci-dessous est réalisé avec un matériel très simple.
1 - Laver et écailler le poisson dans de l'eau propre avec un racloir. Si on enlève la peau, il n'est pas nécessaire de l'écailler.*

**Figure 21 : Le parage du poisson : des gestes simples
où l'hygiène doit toujours être favorisée**



2 - Pour la majorité des poissons il faut éviscérer ; l'entaille d'éviscération se fait généralement de la tête à l'orifice anal. Certains sont ouverts dorsalement en évitant d'entailler la peau (puis éviscérés, lavés). Il faut, à ce niveau, la plus grande hygiène afin de ne pas contaminer la chair par les bactéries et les enzymes intestinaux ; il est conseillé de laver à nouveau le poisson après cette opération, ainsi que la surface de travail et les ustensiles.

3 - On peut garder le foie et les oeufs en vue d'utilisation ultérieure.

4 - Faire un dernier lavage à l'eau propre pour éliminer les déchets et le sang. Il est très important qu'avant toute transformation le poisson soit très propre afin de diminuer les processus de dégradation.

Protéger le poisson des insectes

Les conditions de conservation et de stockage sous les tropiques sont difficiles, et les infestations par les insectes, et plus particulièrement les mouches et les coléoptères, peuvent provoquer des pertes importantes. On envisage généralement environ 30 % de pertes mais ces dernières peuvent aller jusqu'à 50 % voire 100 % dans le cas de stockage prolongé et mal conduit. Pour limiter les pertes il faut protéger les poissons par des moyens physiques simples, peu onéreux, et des moyens chimiques plus chers mais aussi plus efficaces.

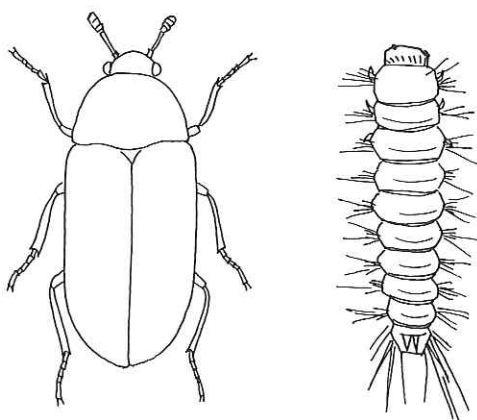
Quels sont les insectes responsables de ces infestations ? Les premières infestations sont faites par les mouches qui pondent leurs oeufs sur le poisson mouillé. Après éclosion, les larves se développent en creusant des galeries dans la chair et causent de gros dommages jusqu'à leur transformation en adulte ailé.

Le deuxième type d'infestation est fait par des coléoptères ; les plus fréquents et les plus dangereux sont les genres *Dermestes* et *Necrobia*. Tous deux pondent leurs oeufs dans les fissures du poisson séché et/ou fumé, plutôt sur des poissons maltraités ou abîmés par une infestation antérieure. Après éclosion, les larves se développent en dévorant les chairs et en creusant des galeries. Il faut 35 à 45 jours à une larve de *Dermestes* pour parvenir au stade adulte, il en faut 40 à 70 pour une larve de *Necrobia*.

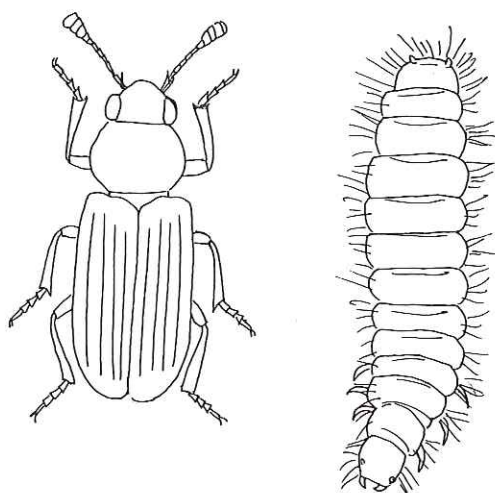
Pour les mouches, le salage immédiat peut limiter cette infestation mais ne suffit pas à l'empêcher totalement. Pour les coléoptères, il faut intervenir très rapidement pour empêcher les larves de s'enfoncer dans les chairs où elles sont plus difficiles à atteindre. Les mouches comme les coléoptères sont des insectes à métamorphoses, c'est-à-dire qu'entre la ponte de l'oeuf et la sortie de l'adulte

existent plusieurs états intermédiaires se développant à l'intérieur des chairs ; on ne peut donc atteindre l'insecte qu'aux niveaux « oeuf » ou « adulte ». Avec une intervention tardive au niveau « adulte », il ne reste pas grand chose du poisson d'origine (figures 22 et 23).

*Figure 22 : Dermestes et Necrobia :
deux des principaux insectes responsables des pertes après capture*

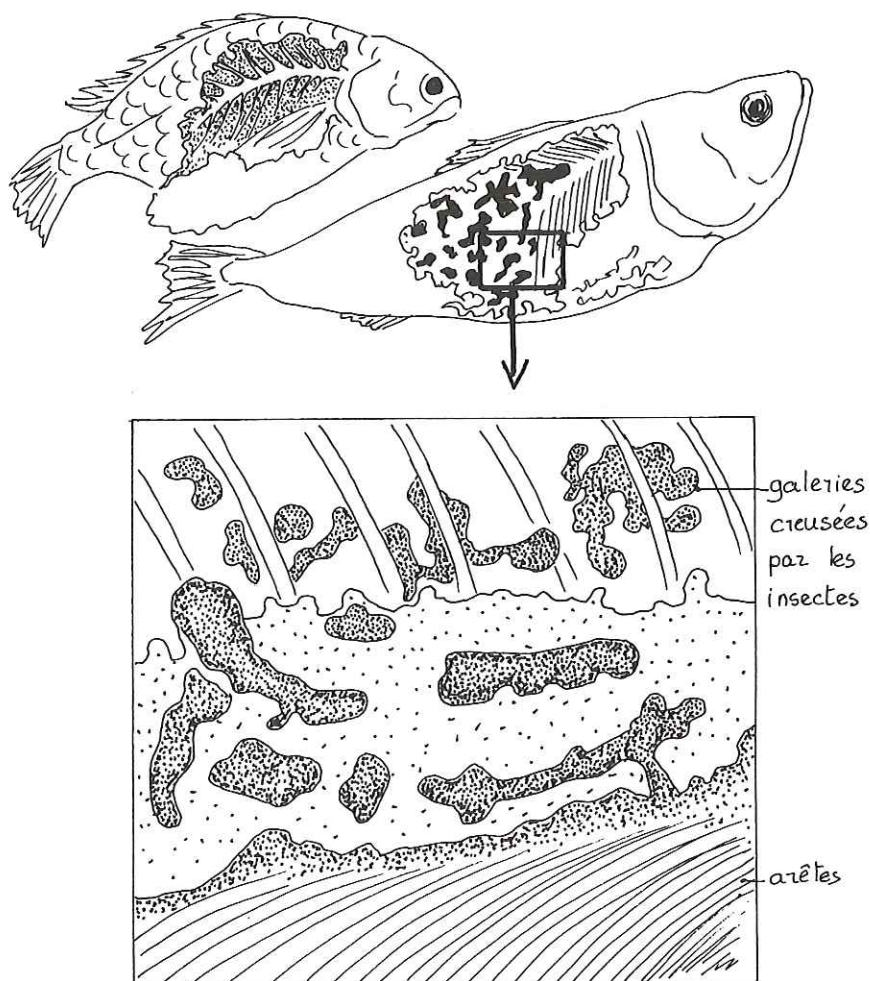


Dermestes adulte et sa larve



Necrobia adulte et sa larve.

Figure 23 : Galeries creusées par les insectes lors du stockage



Quand et comment intervenir ?

Dès que le poisson est sec et que la peau devient plus dure, les mouches ne pondent plus ; il faut donc intervenir dès la sortie de l'eau, lors du débarquement sur le sable et au début du séchage. Des moyens physiques simples peuvent être employés pour contrôler cette infestation. En ce qui concerne les coléoptères, le contrôle est plus difficile car ils ne sont pas gênés par le salage ou le séchage et il faut ajouter aux moyens physiques des moyens chimiques plus efficaces.

Quels sont ces moyens ?

Il faut en premier lieu penser à recourir à des méthodes simples peu coûteuses, qui sont les barrières physiques empêchant les insectes d'atteindre le stock d'aliments. Mais cette protection est partielle et on devra aussi faire appel à des méthodes chimiques plus efficaces, mais aussi plus onéreuses.

- Les méthodes physiques :

La protection du poisson doit être constante tout au long des manipulations, de la sortie de l'eau au stockage. Quel que soit le type de protection envisagée, emballage, traitement par la chaleur ou par le froid, il ne faut jamais négliger certaines précautions élémentaires :

- nettoyer les pirogues ou bateaux dans lesquels le poisson reste souvent en tas jusqu'au débarquement, et rassembler puis brûler les débris tombés sur le sol (afin de détruire les oeufs déjà pondus par les insectes) ;
- surélever les claies de traitement (séchage / salage / fumage) ;
- opérer dans des endroits clos et protégés des insectes, allant du simple hangar dont les portes et fenêtres sont pourvues de moustiquaires, au local clos où le taux d'humidité est contrôlé ;
- choisir des emballages adaptés ; les nattes et les caisses, très utilisées, ne sont pas des barrières efficaces contre les infestations d'insectes.

Une fois respectées ces précautions élémentaires, il faut choisir le meilleur emballage qui doit réunir un certain nombre de qualités : il doit permettre une manutention facile, protéger contre tous les risques durant la distribution, être infranchissable aux insectes et être disponible dans la région et le moins cher possible.

Les meilleurs emballages étanches actuellement sur le marché sont constitués de toile ou de sacs en polyamide, polyéthylène ou polyolefines, leur seul inconvénient étant leur coût.

Le poisson, lors de son emballage sous films plastiques, doit être froid ; s'il ne l'est pas, la vapeur d'eau dégagée à l'intérieur du sachet clos augmente les risques d'humidification et donc de putréfaction. Il faut se méfier des aspérités qui percent l'emballage et par où les insectes peuvent passer. Avec un emballage sous vide, on réduit considérablement le risque d'humectage et limite ainsi les dangers de putréfaction, mais on ne prolonge pas davantage la conservation du poisson. Pour une conservation plus longue, il faut utiliser les méthodes de conserverie.

Mais dans certains cas, ces emballages étanches sont déconseillés, car les différences de température entre le lieu de vente et celui de stockage peuvent

occasionner une condensation d'eau à l'intérieur du paquet et permettre l'apparition de moisissures. Le risque est d'autant plus grand que le poisson est emballé au soleil.

Il n'y a pas de solution universelle, il faut adapter l'emballage au système de vente et aux possibilités locales. Il est inutile par exemple de conseiller un emballage sous film plastique si on n'en trouve pas dans le pays ou s'il est trop cher ! Les emballages plus traditionnels peuvent cependant être améliorés.

Si on préconise l'emballage en vrac, les colis ne devront pas dépasser 15 kg, afin que la manutention reste facile. Ce type d'emballage a l'avantage de diminuer les risques de réhumectification, de limiter les effets des chocs et d'être moins onéreux que l'emballage individuel. On peut utiliser des cartons ondulés cirés, ou enduits de polyéthylène, dont on obstrue les ouvertures avec des bandes adhésives. Des sacs protègent bien contre les insectes s'ils sont à parois multiples, mais des sacs plus simples en coton épais, tissé très serré, et bien cousus, constituent une barrière correcte.

Un emballage ayant servi une fois doit être désinfecté avant toute nouvelle utilisation (16).

Les insectes peuvent être tués par de fortes températures à tous les stades de leur développement. Même lorsque les larves sont déjà incluses, il suffit d'atteindre une température de 50°C à l'intérieur des chairs, d'où l'intérêt des techniques de fumage à chaud.

Si on traite un gros poisson, pour atteindre 50°C à l'intérieur, il suffit d'appliquer une température de 120°C pendant 15 mn, ou 80°C pendant 35 mn (mais on a alors des risques de cuisson), ou 45°C à 60°C pendant quatre à sept heures (pas d'inconvénient de cuisson).

Les insectes sont aussi tués par le froid, et plus précisément par la congélation, à tous les stades de leur développement. Lorsque l'on dispose des bâtiments et du matériel nécessaires, c'est une solution très efficace aux risques d'infestations.

- Les méthodes chimiques :

Il faut savoir que les coléoptères (*Dermestes* et *Necrobia*) sont capables de percer la plupart des emballages plastiques existants. Actuellement, le seul traitement ayant un pourcentage d'efficacité satisfaisant, est l'utilisation d'insecticides naturels ou artificiels.

Les deux insecticides les plus utilisés sont le pyrèthre et le pypéronal de butoxide. Le plus souvent, on associe les deux avec des doses variables selon

(16) Source FAO, « Prévention des pertes de poisson traité », Document technique n°219, 1984.

le niveau d'intervention : lieux de débarquement, avant ou après traitement (séchage, salage, fumage), et selon les insectes visés (mouches ou coléoptères). Deux autres insecticides sont aussi utilisés : il s'agit du pirimiphos méthyl et du tetrachlorvinphos.

Les insecticides doivent être capables de limiter au maximum les premières infestations par les insectes et présenter une faible toxicité. Il est aussi très important de tenir compte du pourcentage de reliquat du produit qui reste après plusieurs mois de stockage.

Ainsi, selon les possibilités de stockage dont on dispose, on pourra préférer un produit plus toxique en début d'utilisation, mais dont la toxicité s'atténuera rapidement en cours de stockage, qu'un produit moins toxique mais dont la toxicité resterait constante au cours des semaines. Certains produits assez toxiques, très efficaces, voient leur taux de toxicité diminuer rapidement au cours des semaines qui suivent leur application, et ne présentent donc aucun danger pour le consommateur au bout de quelques semaines.

Quels produits utiliser et à quelles doses ?

Les doses et les produits utilisés varient selon que l'on veut traiter les produits contre l'infestation des mouches (contrôle facile), ou contre l'infestation par les coléoptères (contrôle plus difficile).

Les tableaux 14 a et 14 b (page suivante) schématisent les doses et les conditions d'utilisation de ces divers produits ainsi que les risques de toxicité pour le consommateur. Les essais de ces produits ont été réalisés dans les pays suivants : Angola, Cameroun, Gambie, Kenya, Malawi, Mali, Niger, Nigéria, Sénégal, Burkina Faso, Ouganda et Zambie. D'autres produits peuvent être utilisés mais présentent des risques de toxicité pour le consommateur. Par exemple le malathion : après un bain dans une solution à 0,125 %, il reste un reliquat non acceptable de 43 mg/kg.

Dans tous les cas, il convient de toujours respecter les doses prescrites et de contrôler si le produit préconisé est compatible avec l'alimentation humaine.

Les produits à base de lindane servent essentiellement au nettoyage des sols des entrepôts. Ce sont des produits efficaces mais toxiques qui ne doivent en aucun cas entrer en contact avec le poisson. Il faut donc éviter de l'utiliser pour les matériels d'emballage (nattes et caisses).

Tableau 14 a : Principaux types d'insecticides utilisés

Produit	Dose et type de préparation	Méthode utilisée	Insectes visés % de réussite	% de risques pour le consommateur, MRLS*
PYRÈTHRE associé à PIPÉRONYL BUTOXIDE	Dose (1/10) (0,3 % pyrèthre + 3 % pipéronyl)	En pulvérisation directe sur le poisson, n'empêche pas la ponte mais empêche l'éclosion des oeufs.	Mouches : efficace car empêche l'éclosion. Coléoptères : peu efficace	Reliquat : MRLS*
	Dose (1/10) Solution à 0,125 % de produit actif	Par trempage de 5 à 30 secondes dans un bain selon les cas (temps plus long pour les coléoptères).	Mouches et coléoptères : efficace	Reliquat : - au bout de 2 mois : 8 mg/kg - au bout de 5 mois : 1 mg/kg
	Dose (1/4) Solution à 0,02 % de produit actif	Par pulvérisation + bain + arrosage (le bain doit être court, 2 à 3 secondes) Méthode pratiquée sur poisson frais, utilisée aussi sur poisson sec.	Très efficace sur les deux types d'insectes. Protection moyenne.	Dangereux pour le consommateur (reliquat excessif)
TÉTRA-CHLORVIN-PHOS	Émulsion à 0,1 %	Par trempage de 5 secondes	Mouches : mort des larves à 95 %	Reliquat : 2,7 mg/kg
	Suspension à 0,0375 %	Par bain de 60 secondes	Pr les 2 types d'insectes : bonne protection pendant 60 à 90 jours. Pr les coléoptères : mort de 60 % des larves.	Reliquat : 5 mg/kg après 11 jours de stockage

* MRLS : Maximum Residue Levels. Ce maximum tolérable pour le consommateur est de : 0,1 mg/kg de poisson pour le pyrèthre, 1 mg/kg de poisson pour le butoxide (certains pensent que l'on peut aller sans danger au-delà de ces normes), 10 mg/kg pour le pirimiphos.

Produit	Dose et type de préparation	Méthode utilisée	Insectes visés % de réussite	% de risques pour le consommateur, MRLs
PRIMIPHOS MÉTHYL (ou méthyl-pirimiphosphate), vendu dans le commerce « Actellic »	Émulsion à 0,2 %	Pulvérisation liquide	Mouches : bon contrôle	Reliquat : 9,5 mg/kg
	Dilution à 0,068 % de produit actif	Par trempage d'une minute	Mouches : excellent contrôle	Reliquat : 5 mg/kg
	Dilution à 0,03 %	Par bain (temps non précisé)	Coléoptères : protection efficace 1 mois	Reliquat : 9,7 mg/kg

Tableau 14 b : Autres insecticides employés

Produit	Dose et type de préparation	Méthode utilisée	Insectes visés % de réussite	% de risques pour le consommateur
ALPHA CYPERMETHRIN (pyréthroïde de synthèse)	Dilution à 0,001 % - 0,006 %	Par bain de quelques secondes	Mouches	Reliquat : 0,25 mg à 1,3 mg/kg après 7 jours
MALATHION	Dilution à 0,72 %	Par bain	Mouches : très efficace	Reliquat : 6,5 mg/kg
	Dilution à 0,5 %	Par bain	Mouches : encore efficace	Reliquat : 32 à 64 mg/kg (trop fort)
	Dilution à 0,125 %	Par bain (sur poisson séché) pendant plusieurs semaines	Coléoptères	Reliquat : 24 à 43 mg/kg au bout de 8 semaines (trop fort)
DICHLORVOS	Dilution à 0,5 %	Par bain de 3 à 5 secondes sur poisson sec	Mouches : bonne protection	Reliquat toxique non acceptable

Produit	Dose et type de préparation	Méthode utilisée	Insectes visés % de réussite	% de risques pour le consommateur
DELTAMÉTHRIN	Dilution à 0,03 %	Par bain sur poisson sec	Coléoptères : bonne protection	Reliquat : 1,6 mg/kg en début de stockage, 0,9 mg/kg après 3 mois
DELMA-THRIN + PI-PÉRONYL BUTOXIDE	Dose (1/10) Dilution à 0,0025 % et à 0,001 %	Par bain sur poisson sec	Coléoptères : bonne protection	Reliquat : 1 mg/kg après 6 mois
FÉNITROTHION *	Dilution : - à 0,125 % - à 0,025 %	En pulvérisation sur poisson sec Par bain de 2 à 5 secondes sur poisson sec	Coléoptères : bonne protection	Reliquat : 9,1 mg/kg en début de stockage mais 0,9 mg au bout d'un mois
	Poudre soluble à 0,001 %	En immersion de 4 secondes	Coléoptères : bonne protection durant 2 mois	Reliquat : 9 mg/kg en début de stockage, 3 mg/kg après 3 mois
IODOFERPHOS	Dilution à 0,01 ou 0,02 %	Par pulvérisation en surface ou par bain	Coléoptères : bonne protection durant 2 mois	Reliquat : 6 mg/kg
PERMÉTHRIN	Dilution à 0,0125 %	Par bain	Coléoptères : peu efficace	Reliquat : 6 mg/kg après 6 semaines
PERMÉTHRIN + PIPÉRONYL	Dilution à 0,003 %	Par bain de 5 secondes	Coléoptères : bonne protection	Reliquat : 0,8 mg/kg

Données extraites du document FAO n° 804, octobre 1987.

* On peut mélanger le Fénitrothion et le malathion (1,2 % + 1,5 %).

Un risque cependant qu'il convient de souligner parce que trop souvent négligé : c'est la contamination des eaux et des nappes phréatiques par ces produits utilisés lors des nettoyages, efficaces certes, mais très nocifs pour l'environnement.

Il faut en effet savoir que certains produits ont une durée de toxicité assez longue (17). Par exemple, pour le Lindane : onze ans ;

le DDT : dix ans ;

le paraltrion : cinq ans ;

le monuron : trois ans.

Ces méthodes chimiques sont efficaces et permettent de contrôler et limiter les infestations par les insectes, mais malheureusement ce sont des produits chers que les pêcheurs ne peuvent pas souvent acquérir. La diffusion de produits non toxiques, faciles à utiliser, efficaces et à un coût raisonnable, contribuerait à prévenir les conséquences dangereuses du recours aux produits toxiques nuisibles au consommateur.

Un des produits recommandé pour son efficacité, sa faible toxicité et son efficacité sur les différents types d'insectes est le méthyl-pyrimiphosphate, commercialisé sous le nom de « Actellic ». Son utilisation sur le poisson a été approuvée par l'OMS et la FAO en novembre 1985. Les essais menés par l'ODNRI en Afrique ont montré que l'efficacité de l'Actellic dépend de la taille et de la teneur en huile du poisson.

Ces produits, même lorsqu'ils sont sans danger, ne sont pas toujours employés de la meilleure façon. Ainsi, des transformatrices de la région de Ziguinchor, utilisent l'Actellic en poudre sans se préoccuper des niveaux de résidus maximums (RML) à ne pas dépasser (10 mg/l pour l'Actellic). Elles mélangent une cuillerée à café bien pleine (ce qui correspond à 8 à 10 g) d'Actellic à environ 2,150 kg de sel (approximativement mesuré à l'aide d'une boîte vide ayant contenu 2 kg de tomates). Ce mélange est utilisé pour saler le poisson. Le résidu toxique est supérieur à 10 g/l.

De plus, cette poudre, non soluble dans l'eau, donne au poisson un aspect poussiéreux qui diminue sa valeur. Il leur a été conseillé d'utiliser une formulation liquide soluble dans l'eau, telle que l'Actellic 50 CE (dosé à 500 g par litre) et de procéder au salage par trempage dans cette solution. La solution de trempage a été préparée en diluant 6 ml d'actellic 50 CE (soit deux cuillerées à café du produit) dans 10 litres d'eau de mer (18).

(17) Source : Sainclivier M., « L'industrie alimentaire halieutique », 1983.

(18) Source : Revue Bonga n°24, décembre 1992.

Cependant, ces traitements ne sont efficaces que pendant quelques mois et il faudra donc prévoir des traitements supplémentaires pour allonger le temps de stockage ; on utilisera en supplément des méthodes thermiques (fumage à chaud par exemple).

Quelques recommandations d'usage

Partout où le poisson est manipulé / traité / stocké :

- les locaux et leurs environs doivent être soigneusement nettoyés tous les jours et les débris de poisson seront évacués ; un sol lisse facile à laver est préférable ;
- après le nettoyage à l'eau, on recommande l'utilisation de produits de désinfection pour détruire le maximum de bactéries et éloigner les mouches ;
- les moustiquaires posées sur les portes et fenêtres réduiront au maximum l'infestation par les mouches ; on peut aussi utiliser les pièges à mouches (papier collant ou pièges électriques) ;
- il faudra prévoir aussi des pulvérisations régulières d'insecticides chimiques sur les surfaces internes des locaux (murs et sols) ; il conviendra de s'assurer que la pièce est vide lors de ce traitement, et que le poisson ultérieurement entreposé ne sera pas en contact avec le résidu de ces produits.

Pour le transport, les véhicules doivent être dans le même état de propreté que les locaux et nettoyés entre chaque transport ; des moustiquaires de protection et des pulvérisations de produits insecticides sont aussi obligatoires.

Il est conseillé d'utiliser pour la manipulation des poissons, lors des transports, des conteneurs faciles à nettoyer, les sacs utilisés seront de préférence en polyéthylène.

Les méthodes conjuguées de séchage, salage, fumage, si elles limitent fortement l'infestation ne l'empêchent pas totalement, aussi le traitement direct des poissons doit être encouragé mais il faut tenir le plus grand compte de la toxicité des produits (toxicité immédiate et toxicité après plusieurs mois de stockage).

Récapitulation des mesures visant à la réduction des pertes

Voir tableau 15 page suivante.

Tableau 15 :
*Techniques possibles et préconisées
 contre certaines causes de pertes*

Causes des pertes	Mesures
Détérioration pendant la saison humide	Emploi de fours de fumage à l'épreuve des intempéries. Salage fort et maintien dans une aire couverte pour préserver le poisson jusqu'à ce que le séchage au soleil soit possible. Séchage supplémentaire.
Bactéries halophiles et moisissures	Amélioration de la qualité du sel et des techniques de salage. Séchage suffisant. Inhibiteurs microbiens. Emballage étanche à l'humidité.
Infestation par les mouches à viande	Utilisation de sel et de meilleures techniques de salage. Salage suffisant des produits. Séchage amélioré, par exemple, claies surélevées, séchoirs solaires. Emploi d'insecticides. Pose de treillis.
Infestation par les coléoptères	Utilisation de sel et de techniques de salage améliorées. Séchage très complet. Emploi de claies de séchage surélevées. Désinfestation par fumigation, ou traitement thermique (refumage, séchage solaire), ou irradiation. Emballage amélioré. Installations de stockage améliorées. Emploi d'insecticides. Réduction de la durée de stockage.
Émiettement	Amélioration de la technique de fumage. Emploi éventuel de sel. Meilleures pratiques d'emballage et de manutention. Prévention des infestations par les insectes et les microbes.
Oiseaux, rongeurs et animaux domestiques	Emploi de filets, clôtures, claies de séchage surélevées. Meilleures installations de stockage.

QUESTIONS À SE POSER AVANT D'INTRODUIRE
DE MEILLEURS PROCÉDÉS DE CONSERVATION DU POISSON

Source : UNIFEM

Achat

- *Quel est l'état de fraîcheur du poisson au moment où la transformatrice l'achète ? le poisson est-il abîmé ou entaillé ?*
- *S'il est vendu frais, combien de temps s'écoule entre le moment où le poisson est acheté et celui où il est vendu ?*
- *Que fait-on du poisson qui n'est pas vendu le jour même ?*
- *S'il est transformé, quel est l'état de fraîcheur au moment où commence la transformation ?*
- *Le poisson est-il réfrigéré avant la transformation ?*
- *Le poisson est-il préparé avant d'être transformé ou vendu frais ?*
- *Si non, que fait-on du poisson qui reste ?*

Préparation

- *Comment le poisson est-il préparé ? Est-il éviscéré ? Est-il paré ? Est-il saigné ? Est-il lavé d'abord ? Quelle est la qualité de l'eau utilisée ? Est-il coupé en morceaux plus petits ? Comment est-il découpé ?*
- *Le poisson est-il préparé par terre, sur des rochers ou sur une plate-forme surélevée ?*

- *Est-ce que les emplacements réservés à la préparation et les instruments utilisés sont tenus propres ?*
- *Est-ce que tout le poisson destiné à la vente est écoulé à la fin de la journée ? Sinon que fait-on du poisson qui reste ?*

Produit et commercialisation

- *Quelle est la durée de conservation du poisson transformé ?*
- *Combien de temps s'écoule entre la transformation et la vente ?*
- *Comment / Où le produit est-il stocké ?*
- *Jette-t-on une portion de poisson transformé après le stockage ?*
- *Comment la transformation emballe-t-elle le poisson traité pour le transport ?*
- *Comment le poisson est-il transporté ?*
- *Est-ce que la transformatrice, sa famille ou des travailleurs se déplacent pour vendre ?*
- *Est-ce que le poisson transformé est abîmé pendant le transport ?*
- *De quelle façon la manutention, la transformation et le stockage du poisson pourraient-ils être perfectionnés pour améliorer la qualité du produit final ? pour améliorer la valeur du produit ? pour réduire les pertes ? pour réduire les coûts ?*

Connaître et diffuser les techniques traditionnelles



Le séchage



Le salage



Combinaison de deux procédés : salage et séchage



Le fumage



La fermentation



L'appertisation



Le poisson non consommé en frais sera transformé par les techniques traditionnelles de séchage / salage / fumage. Il s'agit d'ailleurs le plus souvent d'une combinaison de ces trois techniques. Le but de ces transformations est de ralentir le processus naturel de dégradation et d'augmenter ainsi la durée de conservation.

Ces techniques traditionnelles sont en général bien maîtrisées, mais certains points faibles doivent être soulignés.

Quelles que soient les techniques utilisées, un poisson de mauvaise qualité (abîmé par les manutentions brutales) ne pourra pas donner un produit transformé de bonne qualité.

Ces techniques ont évolué en raison des conditions de l'environnement, des quantités de poisson disponible, des préférences alimentaires des populations, du comportement social et aussi des possibilités en approvisionnement de bois, de sel, de matériaux de construction.

En règle générale, on peut observer que la technique du séchage / fumage est la plus courante en Afrique de l'Ouest, les techniques de cuisson et de fermentation étant plus courantes en Asie du Sud-Est. ■

Le séchage

C'est le procédé le plus facile et le plus répandu. La manière traditionnelle la plus simple est le séchage au soleil. Le poisson est simplement étalé au soleil, entier s'il est petit, ouvert s'il est grand. Il est soit directement posé sur le sol, soit sur des nattes ou des filets, soit sur des toits, parfois sur des claies plus ou moins surélevées (voir les figures 24 et 25 p. 116 et 117).

Le poisson est ensuite périodiquement retourné pour une exposition au séchage plus régulière. Ce type de séchage au soleil ne permet pas de contrôler les temps d'exposition et rend le poisson vulnérable aux attaques des insectes. Il dure en général de trois à dix jours et est entièrement tributaire des conditions climatiques car il doit bénéficier d'un temps sec et d'un taux d'humidité faible.

La préférence du consommateur joue également un rôle dans les méthodes de transformation. Le poisson peu séché est parfois préféré car, grâce à sa teneur en eau, il réalise un début de fermentation qui lui donne un goût particulier, très apprécié par les consommateurs ; de plus, dans le cas d'une vente au poids et non à l'unité, le transformateur peut être incité à ne pas trop accentuer le séchage afin que le poisson pèse plus lourd.

Au Ghana, les anchois sont tout simplement séchés au soleil. Une fois séchés, ceux-ci sont destinés pour la moitié à la consommation humaine et pour l'autre moitié à la consommation animale. Peu de poissons sont uniquement séchés. Le plus souvent, le séchage est associé au salage et au fumage.

Le salage

Au cours de cette opération, le poisson doit perdre la plus grande partie de son eau, ce qui limitera les proliférations bactériennes et les phénomènes de détérioration naturelle. L'état de fraîcheur du poisson est important car c'est une lutte de vitesse entre les processus de dégradation et la pénétration du sel.

Figure 24 :
Séchage direct au soleil

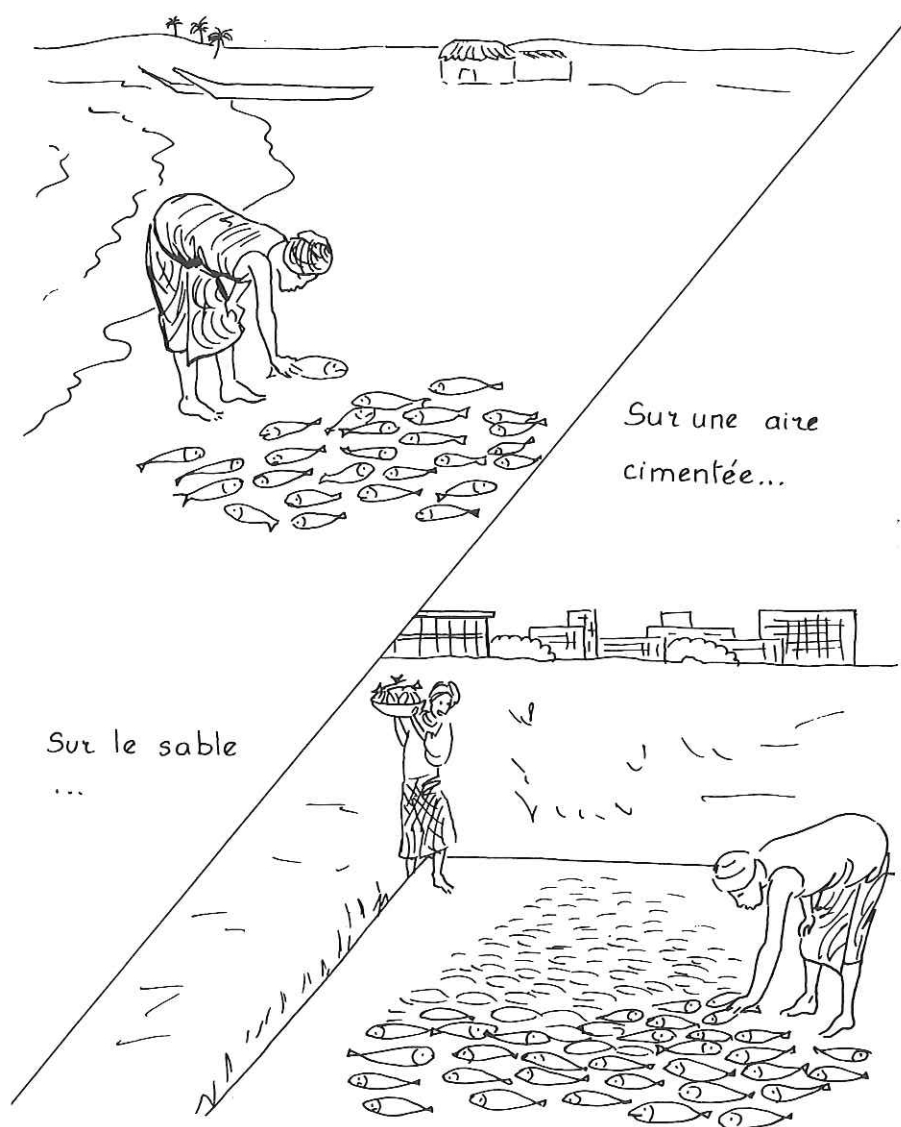
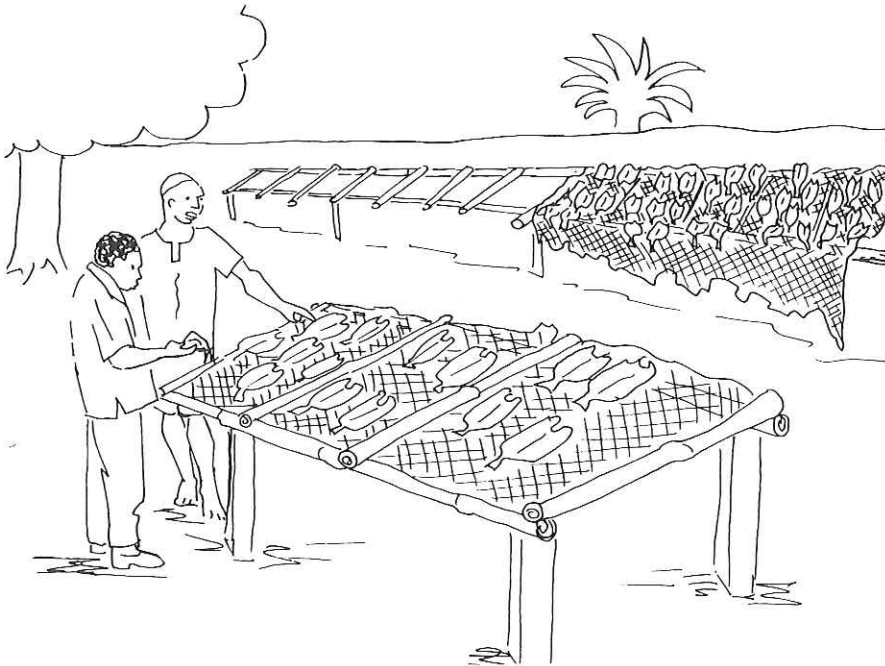


Figure 25 :*Séchage direct au soleil sur des supports inclinés et éloignés du sol (filets ou grillages)*

Le salage est un procédé traditionnel séculaire pratiqué dans le monde entier sous deux formes : salage à sec et salage par voie humide.

Salage à sec

Le sel est appliqué sur le poisson soit par frottement soit par saupoudrage ; il est ensuite empilé dans des cuves ou des barils. L'eau dégorgée par le poisson sous forme de liquide saumâtre, s'écoule par des orifices pratiqués au bas des récipients. Le salage à sec a l'avantage de laisser le poisson raisonnablement sec, puisque l'eau s'écoule de la pile. Toutefois, l'inconvénient de ce procédé est une salaison souvent inégale avec des concentrations en sel trop faibles par endroits pour empêcher les attaques de moisissures, de bactéries et d'insectes.

Au Ghana, le baliste est d'abord salé puis séché. Après éviscération et lavage, il est saupoudré de sel puis disposé dans des fûts de bois ou de béton couverts

et mis à l'ombre pendant une demi-journée à une journée. Le poisson est ensuite étalé au soleil pour sécher complètement. Le produit final est très sec, avec une peau dure qu'il faut enlever avant de l'utiliser pour des préparations alimentaires. La teneur en sel est parfois élevée et un dessalage par trempage dans l'eau s'avère souvent nécessaire. Quand il est bien séché, le baliste peut se conserver jusqu'à plusieurs mois. Dans les pêcheries de l'intérieur, le tilapia est d'abord séché-salé, puis étalé au soleil pour parfaire le séchage.

Au Sénégal, deux produits sont obtenus à partir de cette technique : le « tambadiang » et le « sali ». Voir la figure 26, page ci-contre.

Le « tambadiang » est généralement fait à partir de petites espèces, fraîches ou non, comme l'éthmalose, le mulot, la sardinelle. Les poissons, après écaillage, sont mis dans des bacs, saupoudrés d'une couche de sel, puis recouverts d'une bâche. Ce « saumurage » dure 24 heures. Ensuite, les poissons sont lavés et mis à sécher sur des claies durant deux à quatre jours.

Le « sali » utilise principalement le requin et est surtout préparé à Saint-Louis. Le poisson est nettoyé, découpé en tranches, lavé à l'eau de mer, et disposé dans des bacs en alternance avec des couches de sel à raison d'un kilo de sel pour un kilo et demi de poisson. Cette salaison dure quatre jours. Enfin, il est mis à sécher sur des claies.

Salage par voie humide

Le saumurage est le terme couramment utilisé pour le salage par voie humide. Ce terme est abusivement employé pour les produits conservés dans du vinaigre. Le saumurage commence de la même façon que le salage à sec puisque le poisson préparé est posé dans des barils en couches intercalées de cristaux de sel sec ; mais les fluides dégorgés ne s'écoulent pas, ils sont retenus dans le baril de façon à recouvrir la totalité du poisson. Des poids sont souvent placés sur le dessus pour maintenir le poisson immergé dans la saumure et faciliter le dégorgement de l'eau. Voir la figure 27, p 120. Cette méthode convient parfaitement aux poissons gras tels que les harengs, sardines, anchois, maquereaux, etc. Pour éviter tout risque de rancissement par l'action de l'air, le poisson doit très vite être recouvert par le liquide dégorgé. Ce procédé permet d'obtenir une concentration en sel plus uniforme et une qualité de produit constante. Le poisson ainsi préparé est le plus souvent vendu dans le baril de saumurage.

Toujours au Ghana, avec des espèces démersales, on prépare du poisson salé / humide. Lavé, écaillé, ouvert le long de l'arête centrale ou découpé en tranches, le poisson est généreusement saupoudré de sel moulu fin. Il est mis en tas et recouvert d'un sac de jute. Il peut ainsi être conservé plusieurs mois.

Figure 26 : Techniques du poisson « salé / séché » au Sénégal

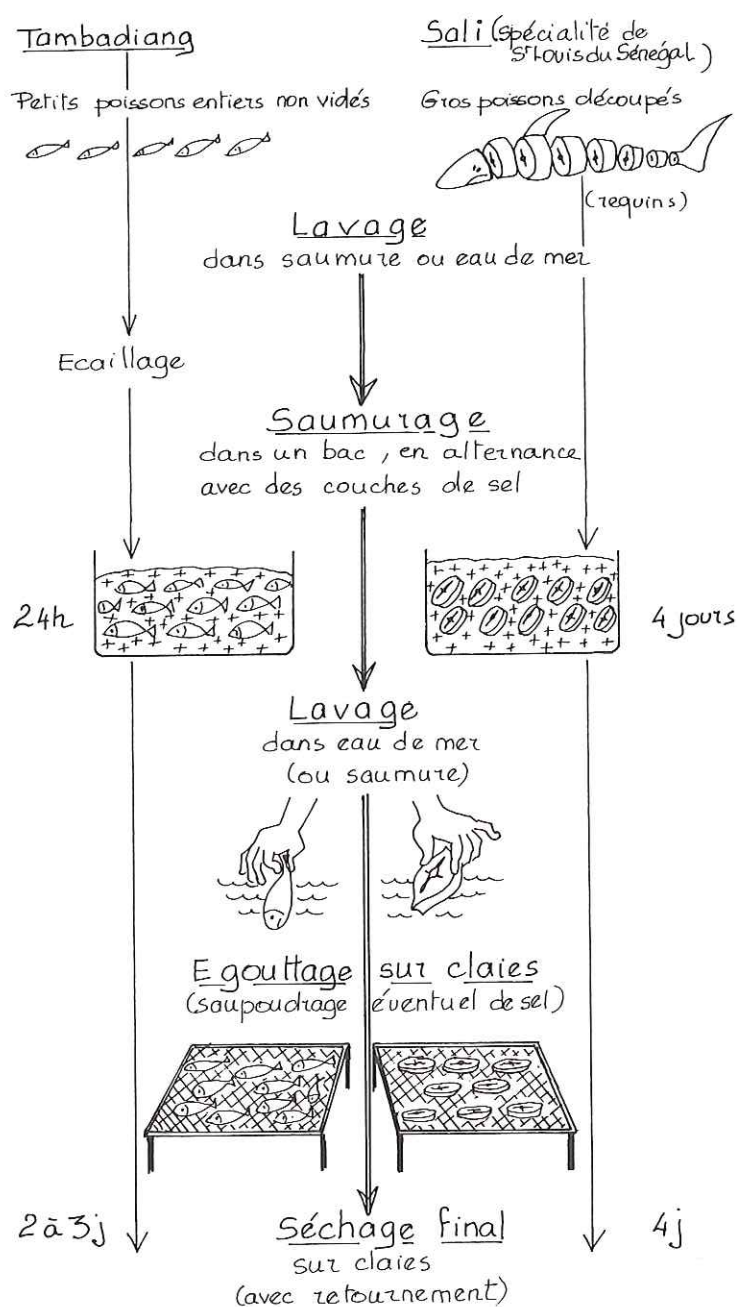
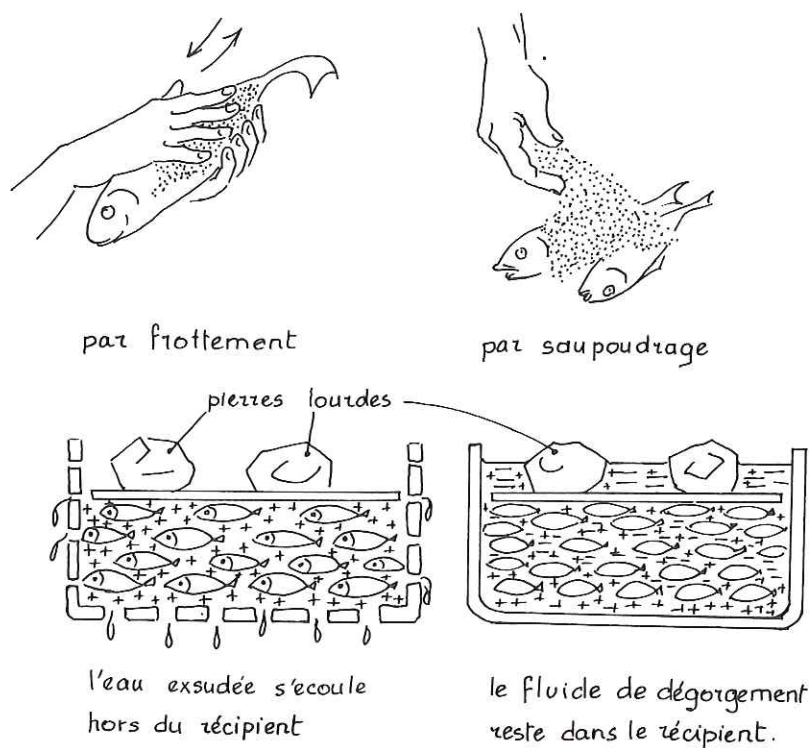


Figure 27 : Salage à l'air libre, dans des récipients perforés ou étanches



Combinaison de deux procédés : salage et séchage

Ces deux procédés sont parfois utilisés en même temps. On pratique souvent un salage préliminaire avant de sécher le poisson ; soit par saupoudrage de cristaux de sel sec pour les poissons maigres, soit par un bain saumuré pour les poissons gras.

Cependant, pour les poissons très gros et très gras, cette technique peut entraîner une détérioration des huiles et donner un goût rance désagréable.

Le fumage

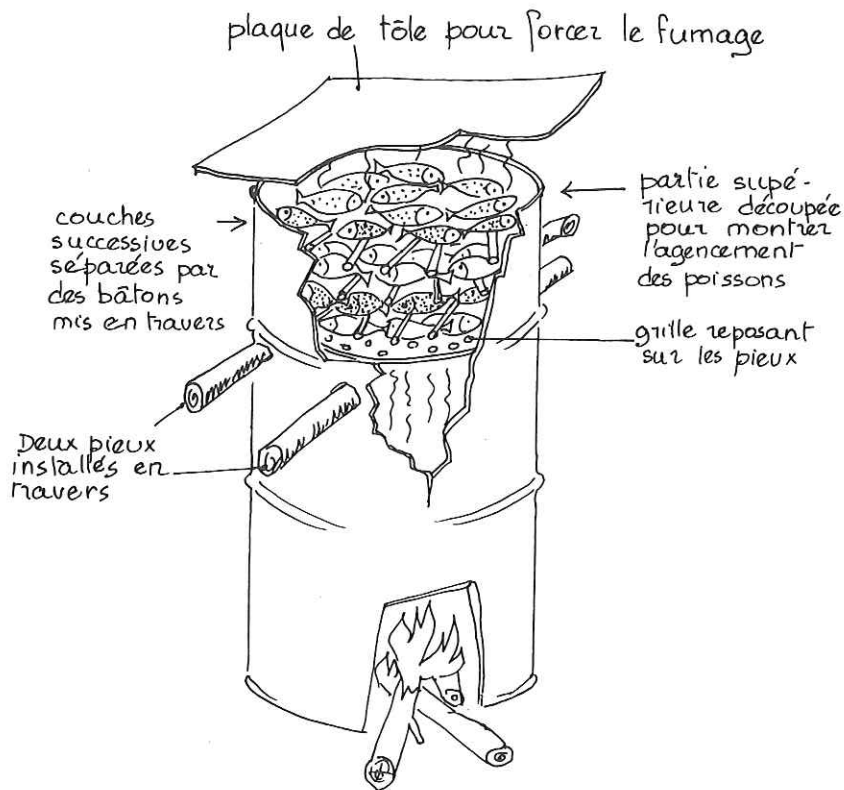
Il permet d'éliminer partiellement l'eau contenue dans le poisson, et par l'imprégnation de la fumée dans la chair, donne au poisson un goût recherché. Il est cependant presque toujours associé à une autre méthode de conservation, généralement le séchage. Au niveau le plus simple, le poisson est placé dans une fosse contenant des herbes ou du bois en combustion. Il est généralement mal fumé, carbonisé en surface et a une durée de conservation très courte.

Pour avoir un fumage correct, il faut que le poisson soit largement entouré par la fumée sans être « touché » par la chaleur trop intense dégagée par le feu. De plus, il est nécessaire d'avoir une ventilation correcte afin que le séchage puisse s'effectuer en même temps. On distingue deux types de fumage, le fumage « à chaud » ou le fumage « à froid », suivant la température des fumées atteignant le poisson. Le fumage est la principale méthode de transformation artisanale dans la plupart des pays d'Afrique.

Au Ghana, ce sont des poissons de mer tels que les sardines, les maquereaux, dorades, gros anchois et des poissons d'eau douce, qui sont utilisés pour ce procédé. Traditionnellement, le fumage se fait dans des fours de forme cylindrique qui mesurent environ un mètre à un mètre et demi de diamètre. Ils sont faits de briques de terre ou de barils de métal (ayant contenu du pétrole) dont on a enlevé le fond. Deux pieux sont installés à travers la partie supérieure du four et une première couche de poisson y est déposée. Des bâtons sont placés sur ces derniers, puis on dispose une deuxième couche de poissons, et ainsi de suite jusqu'à trois ou quatre couches. Un feu de bois est alors allumé et une plaque métallique est placée sur le sommet pour fermer partiellement la chambre à fumée. Voir figure 28, page suivante.

La durée du fumage dépend du degré de conservation désiré. Si le poisson est fumé « à dur », c'est-à-dire avec un degré d'humidité faible de l'ordre de 10 à 12 %, il peut se conserver jusqu'à six mois. Mais pour que cette conservation soit optimale, il faut renouveler les opérations de fumage tous les quatre jours. Ces étapes successives de fumage visent surtout à réduire les infestations par les mouches et les insectes. Il existe une variante pour les espèces plus petites qui consiste à commencer le traitement par un séchage au soleil de cinq à trente minutes avec des poissons lavés mais ni écaillés ni éviscérés. En fin de fumage,

Figure 28 : Fumage traditionnel sur fût métallique



on ajoute parfois des coques de noix de coco et de la canne à sucre broyée dans le foyer pour donner au poisson la couleur et la saveur souhaitées.

En Sierra Leone, on trouve également du poisson fumé réalisé principalement avec deux espèces : le hareng et bonga. Autrefois uniquement composées de bois, les claies sont aujourd'hui fabriquées avec du grillage métallique soutenu par un cadre en bois ou de métal. Dès son arrivée au point de débarquement, le poisson est lavé et disposé sur les claies. Pendant environ trois heures, on applique une chaleur intense, puis on laisse le feu s'éteindre et le poisson se refroidit ; il est alors retourné et le feu est rallumé pour fumer l'autre côté. La durée exacte du fumage dépend du degré de conservation nécessaire.

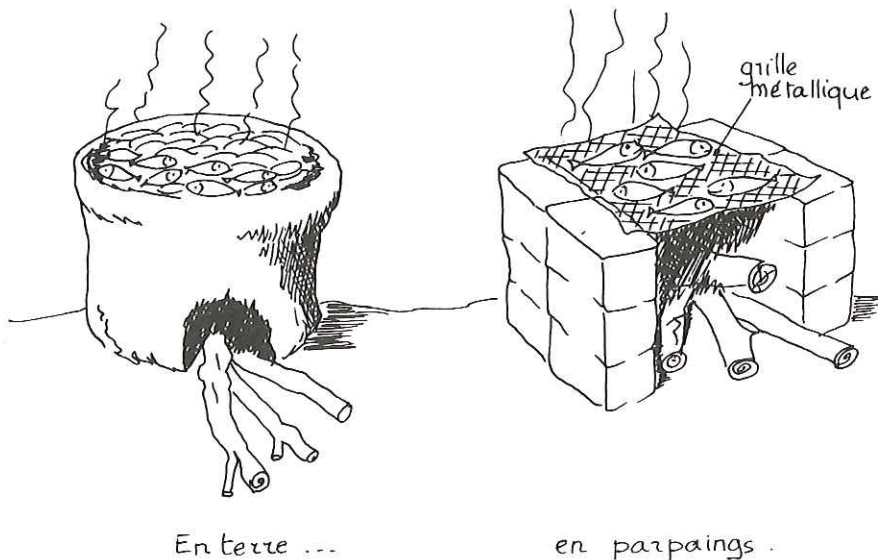
Un produit peu séché, contenant environ 60 % d'humidité, a une durée de stockage de quelques jours, alors qu'un produit très sec dure plusieurs semaines. D'habitude le produit demeure assez humide, ce qui limite sa vie en magasin.

Un autre exemple un peu différent du point de vue technique utilise le loup de mer (arius). Après avoir été ouvert ventralement et éviscéré, la laitance étant mise de côté, le loup est plongé dans l'eau bouillante, puis frotté avec de la chaux pour éliminer le mucus. Il est ensuite égoutté et fumé à chaud en utilisant des noix de coco et/ou du bois. Le poisson ainsi fumé a une couleur brun doré. Les oeufs, grands et ronds sont lavés avec du sel et du jus de citron, puis bouillis pour donner une substance dure et blanchâtre. En saison, ils sont vendus en guise « d'en-cas ». Cette méthode peut aussi être employée pour le poisson-chat de rivière.

Le fumage à froid dure de quelques heures à plusieurs jours ; il ne subit pas de cuisson car la température oscille entre 24°C et 30°C. Lors du fumage à chaud, le produit final est cuit car il est fumé à environ 80°C pendant une à deux heures (un séchage préalable a été réalisé à une température de 30°C à 40°C pendant 1/2 heure à une heure). C'est la méthode la plus répandue en Afrique de l'Ouest et elle nécessite une surveillance moindre que le fumage à froid.

Le four traditionnel en Afrique de l'Ouest est une sorte de chambre circulaire en terre battue. Sur la partie supérieure est placée une claie de branches de bois et de bambous au-dessous de laquelle brûle un foyer alimenté d'herbes ou de pailles. Son principal avantage est son faible coût, mais le produit final n'est pas de très bonne qualité ; en effet, le poisson est carbonisé à l'extérieur mais la cuisson est souvent insuffisante à l'intérieur (figure 29).

Figure 29 : Fours simples traditionnels



Ce four traditionnel peut, comme nous le verrons plus loin, être amélioré très facilement.

Sa principale limite est probablement l'absence de système efficace de circulation d'air, entraînant une mauvaise économie du bois et du feu et un manque de contrôle de la température et de la fumée. Le braisage / fumage utilise uniquement des produits frais et joue donc un rôle déterminant dans la formation des prix au débarquement. C'est la seule technique qui nécessite un combustible (herbes séchées, coques d'arachide ou de noix de coco, bois...). Certains pays commencent à souffrir de la pénurie de bois. La pression de la demande est telle que les arbres n'ont pas le temps de se régénérer et les prix du bois et du poisson s'en sont considérablement accrus.

Le poisson séché / fumé

Le procédé de fumage est le plus souvent associé au séchage, qui se fera soit avant, soit après le séchage.

Au Mali, les espèces utilisées proviennent du fleuve Niger. Généralement les poissons sont étêtés, écaillés, éviscérés et lavés dans l'eau du fleuve. Ils sont ensuite séchés puis ultérieurement fumés.

Le séchage est le plus souvent effectué sur de la paille étalée sur le sol ; cette pratique est essentiellement due au manque de matériaux locaux pour construire des claies. Lorsque ces matériaux de construction ne font pas défaut, il est conseillé de fabriquer des claies surélevées afin d'éloigner le poisson du niveau du sol et de diminuer les possibilités de contamination par le sol. La teneur en eau finale est généralement supérieure à 30 %. La durée du séchage est de plusieurs jours. Ce mode de séchage offre de meilleures conditions d'hygiène et son coût est faible puisqu'il utilise des matériaux locaux. Cependant, l'efficacité du séchage est souvent médiocre, car très dépendante des conditions climatiques, et il ne protège pas des infestations par les insectes.

Le fumage qui suit ce séchage est effectué dans des fours traditionnels ; ce sont des petits bâtis circulaires bas, avec une seule entrée d'air et qui ne sont pas fermés lors du fumage. Les poissons, étalés sur des grils placés en haut du four, sont fumés à une température trop élevée et trop inégale. On obtient ainsi des poissons carbonisés à l'extérieur et peu cuits à l'intérieur. Lorsque le bois est rare, on utilise comme combustible les bouses de vache mais certains types de bois sont nécessaires pour donner un goût et une odeur particuliers.

Ce séchage / fumage prend de deux à trois jours selon les espèces et la saison ; pour les gros poissons, il faut compter une semaine.

En Côte d'Ivoire, la demande en poisson fumé est très grande. Aussi, la moitié des poissons importés sous forme congelée et les trois-quart des prises industrielles et artisanales sont fumées. Dans ce cas précis, le fumage intervient en général avant le séchage ; il faut tenir compte que lors du fumage, qui dure plusieurs jours, le poisson se dessèche progressivement.

La principale méthode utilisée est le fumage à chaud. Les fours les plus employés sont le four-barrique pour les fumages à petite échelle, des grands fours en tôle dans les zones de plus forte production, des fours en « banco », parfois cloisonnés en plusieurs parties, dans la zone lagunaire. Ils sont toujours couverts par un toit de tôle ou de branches, posé très près du four pour maintenir la fumée à l'intérieur et canaliser sa sortie.

Les poissons sont disposés en sept ou huit couches successives, sur des grillages intercalaires qui permettent d'effectuer une rotation des couches pendant le fumage ; cette rotation est réalisée plusieurs fois dans la journée. Dans les grands fours en tôle, quatre foyers sont disposés aux quatre coins du fumoir et le contrôle de la combustion est obtenu en disposant des tôles sur les ouvertures. Après l'arrêt de la combustion, le poisson finit de sécher sur le four. L'ensemble de l'opération dure trois jours.

Dans les importantes zones de fumage situées autour d'Abidjan, certains transformateurs ont jusqu'à cinquante fours.

Au Sénégal, on trouve sur les marchés un produit nommé « métora ». C'est un produit fumé à base de requin, de raie, de poisson-chat, d'ethmalose et parfois de sardinelles ; c'est une spécialité guinéenne qui est presque uniquement destinée à l'exportation vers le Ghana, la Guinée, le Nigéria, la Côte d'Ivoire et le Mali. Ce produit se prépare dans de grands fours en parpaings, équipés de grillage. Les poissons, après avoir été vidés et coupés, pour les grosses espèces, sont disposés sur ce grillage et subissent un fumage de 24 à 72 heures ; le processus de fumage est forcé car ils sont recouverts de cartons ou de tôles, ce qui donne au poisson un goût de fumé très prononcé. Le combustible utilisé est le bois. Voir la figure 30, page suivante.

Le poisson braisé / fumé puis salé / séché

Le « kétéakh » est obtenu à partir de poissons pélagiques, surtout des sardinelles, braisés à même le sol. C'est le produit transformé le plus important du Sénégal. Les poissons, entiers non vidés, rangés les uns à côté des autres sur le sol, sont saupoudrés d'une couche de sable afin qu'ils ne collent pas entre-eux ; ils sont ensuite recouverts d'une bonne couche de paille d'environ 20 cm, qui

Figure 30 :
Préparation d'un poisson fumé au Sénégal selon une recette guinéenne

Métora

Requins, raie, poisson-chat
sardinelle, ethmalose...

Parage

Eviscération-découpage
découpage des grosses
espèces.

Lavage

Fumage

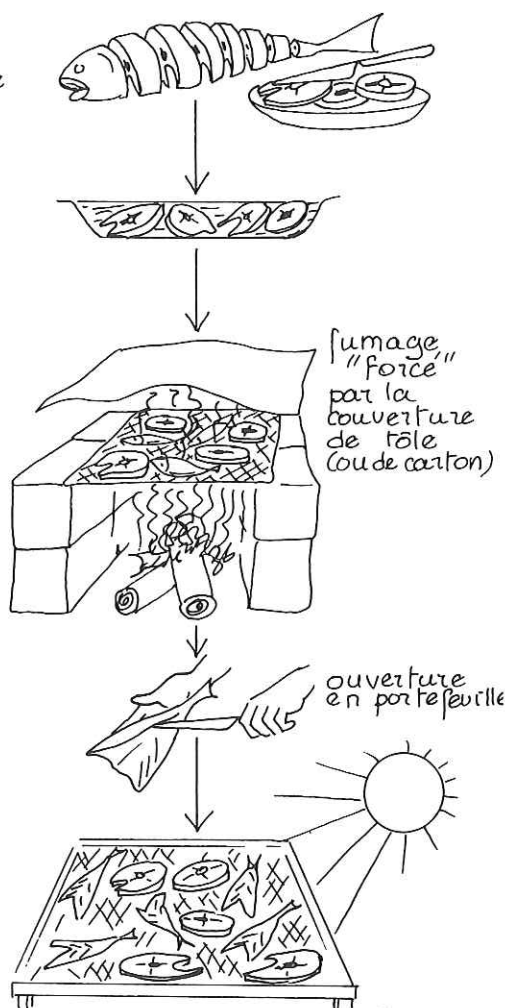
sur four
traditionnel
parpaing
24 à 72 h.

Parage

Étêtage et ouverture
des petites espèces

Salage

Séchage sur claies.



est alors enflammée ; on utilise aussi comme combustible des coques d'arachide, de quinquéliba, des tiges de mil, du bois... Le braisage dure de deux à trois heures, le poisson est laissé à refroidir pendant la nuit. Le lendemain, les hommes sont chargés d'enlever la peau, la queue et la tête ; les viscères sont gardées. Puis, le poisson est saupoudré de sel et mis à sécher sur des claies de tiges de bambou pendant un à deux jours. Voir la figure 31, page suivante.

Fermentation

On distingue en général trois types de poissons fermentés :

- ceux dans lesquels le poisson conserve l'essentiel de sa texture originale. C'est le cas au Sénégal du « guedj » ; après une fermentation de 24 heures dans l'eau de mer, le poisson est salé et mis à sécher durant 2 à 5 jours ;
- ceux qui se présentent sous forme de pâte (en Asie principalement), obtenus par fermentation (ce qui n'est pas le cas dans les pays occidentaux). Le poisson, ou les crustacées (surtout les crevettes), sont écrasés avec un pourcentage de sel. Puis cette pâte est séchée au soleil avant d'être emballée, elle parvient ainsi à maturation sous emballage, donc en l'absence d'air. Parfois le séchage précède la pulvérisation ;
- ceux dans lesquels le poisson a été transformé en liquide, comme le « nuocnam » consommé en Asie. Ces sauces sont obtenues par fermentation de poissons entiers, non vidés, en présence de sel (20% à 25% de leur poids). La macération dure de trois à six mois, plus la macération est longue, plus le produit obtenu est de qualité. Cette technique très simple est facile à réaliser ; elle est cependant encore peu pratiquée en Afrique.

Au Ghana, la fermentation est utilisée pour traiter diverses espèces comme le maquereau, le mérrou, le barracuda, la dorade, etc. Les méthodes diffèrent d'un endroit à l'autre mais elles comprennent presque toujours une phase d'écaillage, d'éviscération et de lavage, soit à l'eau douce, soit à l'eau de mer. Le poisson, enduit de gros sel ou trempé dans la saumure, est empilé en couches successives, en alternance avec des lits de sel dur dans divers types de récipients de bois ou de ciment. Les récipients sont ensuite couverts de vieux sacs de jute ou de feuilles de polyéthylène.

Figure 31 : Fabrication de poisson braisé (fumé) puis salé / séché :
le kètiakh, mets traditionnel sénégalais

Ketiakh

Petits poissons (généralement sardinelles)



Ecaillage

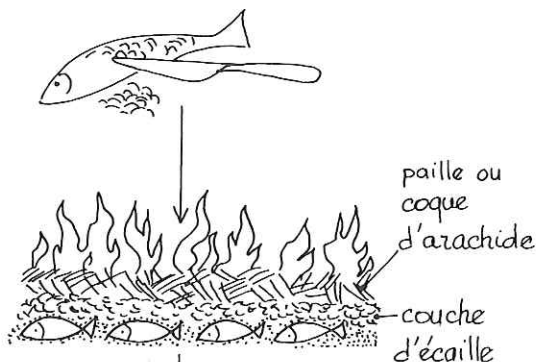
Braisage

sur le sol de la plage
(plusieurs heures, en
général 3 heures)

Parage =
épluchage et
triage

Salage
sur claies

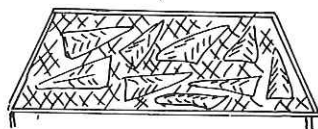
Séchage
sur claies
1 à 2 jours



saupoudrage de
sable (évite aux poissons de
coller les uns aux autres)



Les viscères sont gardés



les filets sont saupoudrés de sel

Dans certaines régions, du sel est introduit dans la cavité abdominale et derrière les ouïes de chaque poisson avant l'emballage. Les proportions du sel sont les suivantes : une part de sel pour neuf parts de poisson. La fermentation dure de un à sept jours ; le poisson fermenté est ensuite déposé à terre et mis à sécher au soleil pendant un à trois jours. Le produit final est sec mais encore mou et riche en saveurs. Il sert à aromatiser les soupes et les ragoûts.

Au Sénégal, la fermentation est utilisée pour fabriquer le « guedj ». C'est un produit fermenté / séché, obtenu à partir d'espèces de grande taille comme le requin, la raie, le poisson-chat, des rebuts du mareyage ou des déchets de filetage des usines. Ce procédé contribue ainsi à limiter les pertes et à valoriser la production des invendus en frais.

Le poisson est d'abord écaillé, éviscéré, lavé, ouvert en portefeuille, c'est-à-dire sur le ventre et le long de l'arête centrale ou coupé en morceaux. Puis il est placé dans un récipient de terre appelé « canari », contenant de l'eau de mer ; ce canari sert à plusieurs fermentations successives. La fermentation dure 24 heures ; puis le poisson est à nouveau lavé, saupoudré de sel, et mis à sécher durant deux à cinq jours. Lorsque le poisson n'est pas assez gras, il est enduit d'une préparation à base de graisse fondue ou de foies et de laitances fermentés et bouillis. Cette substance lui donne une couleur rougeâtre appréciée des consommateurs. Voir la figure 32, page suivante.

On retrouve cette technique de transformation en dehors de l'Afrique de l'Ouest ; par exemple en Égypte, on trouve du poisson fermenté en « fasikh », fait à partir de petites espèces pélagiques. Il est disposé en couches intercalées de sel dans de grandes boîtes métalliques et laissé en fermentation, en rajoutant régulièrement du poisson et du sel. Il est proposé à la vente dans les boîtes de fermentation.

L'appertisation

C'est la « mise en conserve » traditionnellement pratiquée en Europe. Le produit mis en boîte hermétique subit une cuisson / stérilisation qui lui donne une durée de stockage plus longue. C'est un procédé encore peu pratiqué en Afrique, mais des petites unités pourraient y être implantées.

Figure 32 : Préparation de poisson fermenté / salé / séché au Sénégal

Guedj

Gros poissons invendus
(Requin, poisson-chat, raie...)

Fermentation

poisson entier dans
la saumure, parfois
enfoui dans le sable
mouillé de la plage
10 heures

Parage

Ecaillage, éviscération,
tranchage, ouverture en
porte-feuille.

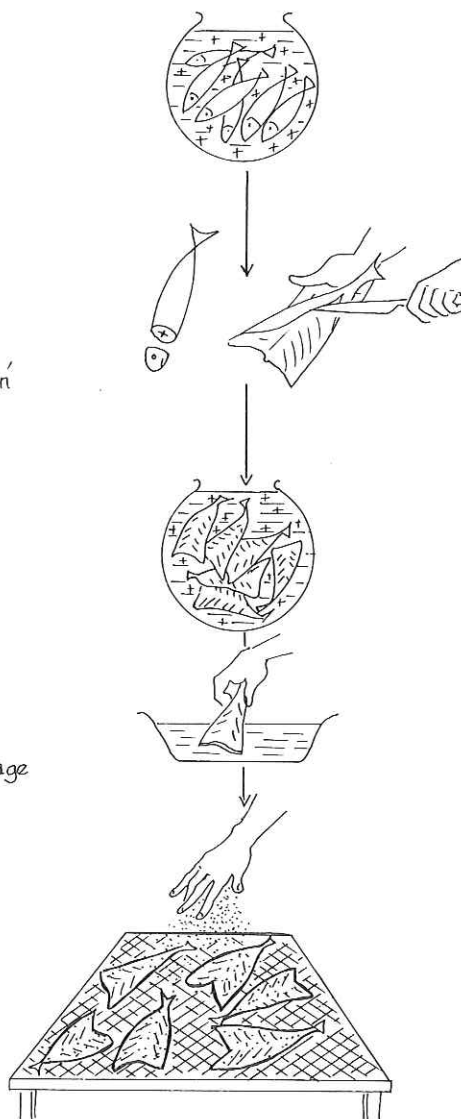
Fermentation

dans l'eau de mer
24 heures

Lavage

Salage par saupoudrage

Séchage sur claies
2 à 5 jours



QUESTIONS À SE POSER POUR APPRÉHENDER
ET DIFFUSER LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES

Source : UNIFEM

- *Quelle est la méthode de transformation traditionnellement pratiquée ?*
- *Quelles opérations comprend la transformation ?*
- *Pendant combien de temps le poisson est-il séché / salé / fumé / bouilli / frit ?*
- *Associe-t-on plusieurs procédés ? Par exemple : fumage et séchage, ou salage et séchage.*
- *Quelles sont les conditions climatiques ? Quelle est l'influence des facteurs saisonniers sur le procédé traditionnel ? Est-ce que la transformatrice sait reconnaître les fluctuations climatiques qui affectent la qualité du produit ? Est-ce que la transformatrice tire pleinement parti des conditions climatiques ?*
- *Quel type d'équipement est utilisé ? Est-il satisfaisant ?*

Améliorer les techniques traditionnelles

Le séchage



Le salage



Le fumage



La fermentation



La marinade



L'appertisation



Le hachis de poisson

Le séchage

Cette technique a pour but le dessèchement partiel du poisson en vue d'augmenter son temps de conservation.

Il se déroule en deux grandes étapes. On peut le schématiser en deux temps :

- première phase : l'évaporation a lieu en surface ou au voisinage de celle-ci. La vitesse de séchage dépend de la température de l'air, de son humidité relative et de la vitesse du courant d'air ;
- lors de la deuxième phase, l'eau contenue dans la chair passe de l'intérieur vers l'extérieur (appel d'eau) pour s'y évaporer.

Lors du séchage, de nombreux facteurs interviennent qui facilitent ou non cette opération ; ce sont principalement la variété de poisson utilisée, sa préparation préliminaire, les caractéristiques de l'air environnant (température, humidité et vitesse de déplacement de l'air).

S'il est difficile d'établir des normes précises dans ce domaine, on peut cependant faire certaines recommandations essentielles lors de la manipulation et la conduite du séchage.

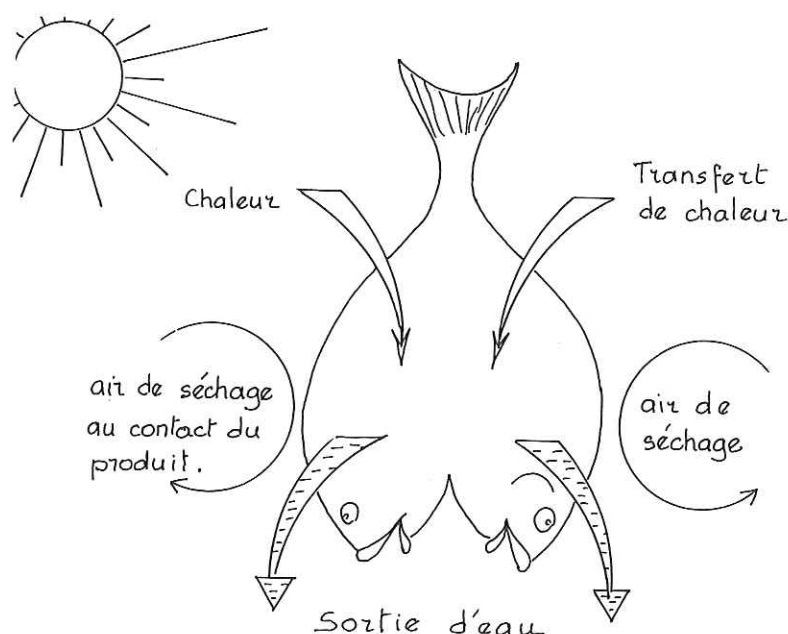
Les manipulations doivent être « douces »

Avant d'être suspendus pour le salage, les poissons ne doivent pas être posés à terre, mais dans des caisses ou sur des étagères. Il est préférable de trier les poissons par taille pour avoir un séchage plus homogène.

Lors de leur disposition pour le séchage, il faut les espacer suffisamment pour éviter qu'ils ne se collent entre eux. S'ils sont disposés sur plusieurs niveaux, il faut que les écartements entre les étages permettent la circulation de

La déshydratation partielle du poisson a pour but d'extraire une partie de l'eau contenue dans le produit. Dans la plupart des séchoirs, l'air est à la fois le fluide apportant la chaleur et le vecteur de transport de l'eau extraite sous forme de vapeur ; en effet, cette méthode implique le transfert de l'humidité au milieu environnant.

Figure 33 : Déplacements de l'eau et de la chaleur lors du séchage



Dans le premier temps, la vitesse de séchage est maximum car l'évaporation de l'eau se fait facilement ; puis, elle devient plus lente car l'eau interne est plus difficile à extraire. La teneur finale en eau est généralement de 25 % à 35 % selon les poissons considérés. Cependant, si un salage a précédé le séchage (et c'est souvent le cas), le processus de séchage est ralenti car une croûte de salage obstrue les capillaires nécessaires à la sortie de l'eau ; de plus, si l'humidité de l'air est importante, le sel favorise la réhumectation du poisson.

Actions physico-chimiques

Par la perte d'eau dans les tissus, les activités enzymatiques deviennent minimales ; la texture change, se traduisant par une rétraction des chairs d'autant plus marquée que le séchage est lent ; l'élévation de température provoque une dénaturation des

protéines. On observe souvent des pertes d'arômes et, si le poisson est gras, une oxydation des lipides donnant un goût et une odeur désagréables.

Action sur les micro-organismes

On observe, comme pour le salage, une diminution, voire un arrêt de l'activité des micro-organismes par manque d'eau. Cependant, certaines bactéries pathogènes responsables de maladies résistent au séchage, et, si le poisson a préalablement été salé, il peut y avoir développement de bactéries halophiles produisant une couleur rosée et un ramollissement.

l'air, et placer les poissons en quinconce pour que ceux de l'étage supérieur ne s'égouttent pas sur ceux du dessous. L'épaisseur des parties à sécher ne doit pas dépasser deux à trois centimètres.

Conduite du séchage

Pour qu'un séchage soit efficace il faut toujours tenir compte des caractéristiques de l'air et du poisson. En effet, certains poissons, tels que les petits poissons maigres, sont mieux adaptés que d'autres à ce procédé, et atteignent dans de bonnes conditions une faible teneur en eau de 25 % ; il est d'ailleurs déconseillé de diminuer davantage cette teneur en eau car ils deviennent cassants et d'un stockage difficile.

Selon l'hygrométrie de l'air, on peut obtenir un séchage plus ou moins fort. Il y a une relation entre l'humidité relative de l'air et la teneur minimale en eau que l'on peut atteindre dans le poisson :

- pour 20 % d'humidité, la teneur minimale en eau est de 7 % ;
- pour 60 % d'humidité, elle est de 15 % ;
- pour 80 % d'humidité, elle est de 24 %.

En fait, ces chiffres sont rarement atteints car il est pratiquement impossible de diminuer cette teneur en dessous de 25 % lorsque l'air est très humide (70 % ou plus d'humidité), ce qui est le cas de la plupart des pays tropicaux.

Très rapide pour les petits poissons, la vitesse d'évaporation est plus lente pour les gros ; on peut la réduire ou l'augmenter en réduisant l'épaisseur des morceaux mis à sécher ou en augmentant la température.

Le séchage naturel

Il est généralement très bien pratiqué. On peut simplement rappeler quelques consignes d'hygiène :

- pour sécher plus rapidement, il faut que le poisson soit éloigné du sol (posé sur des claies ou pendu par la queue ou la tête) et que l'épaisseur des parties à sécher ne dépasse pas 2 à 3 cm ;
- même s'il ne pleut pas, dans les régions tropicales l'air, généralement sec le jour, devient très humide la nuit. Il faut donc prévoir une protection nocturne (soit stockage dans un endroit abrité, soit recouvert d'une feuille imperméable si on ne peut pas déplacer les poissons).

Le séchage artificiel

Lorsque les conditions climatiques ne permettent pas d'avoir un séchage naturel facile, on peut agir sur les deux principaux paramètres : la température et la vitesse de circulation de l'air (et aussi l'épaisseur des morceaux de poisson).

- On peut accélérer le séchage en augmentant la température de l'air ; elle ne doit pas être trop forte afin d'éviter le croûtage superficiel et des pertes nutritionnelles ; elle se situera entre 35°C et 50°C maximum.

Tableau 16 : Absorption d'eau par l'air selon sa température et son humidité

Température de l'air en °C	Humidité relative	Kg d'eau que peut absorber un kg d'air sec
20	80 %	0,003
25	58 %	0,008
30	25 %	0,016

- On peut aussi augmenter la vitesse de déplacement de l'air en utilisant un ou plusieurs ventilateurs ; il faut cependant contrôler la vitesse de l'air, qui se situera entre 1 à 2 m/s, et l'humidité relative qui oscillera entre 45 % et 50 %.

- Deux types de séchoirs sont utilisés pour cela :

Les séchoirs mécaniques, sortes de tunnel où l'air circule à une vitesse contrôlée entre les claies entreposées à l'intérieur (ils sont parfois très importants et peuvent contenir jusqu'à une tonne de poisson).

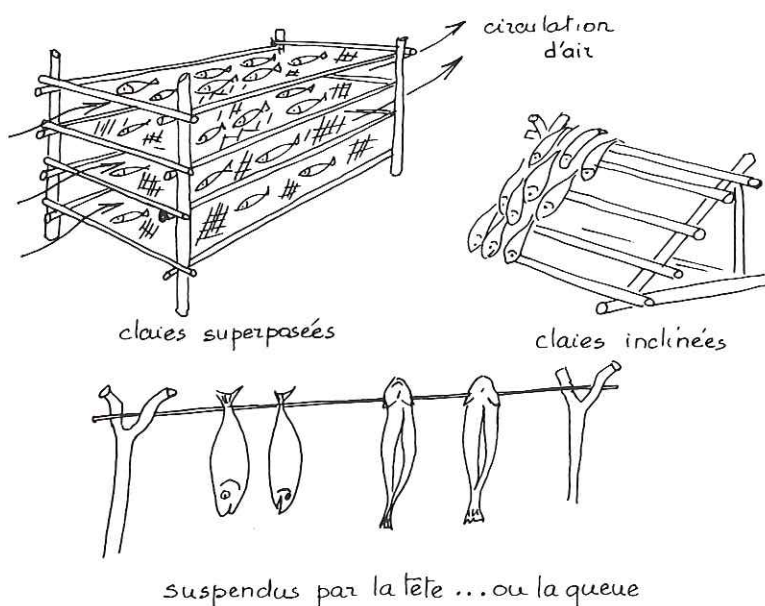
Les séchoirs solaires où l'air est chauffé par l'énergie du soleil. Dans le cas particulier de séchage solaire, il est parfois préférable de commencer le séchage à l'ombre afin d'éviter des températures trop élevées et des risques de croûtage. Il faut aussi, évidemment protéger le poisson de la pluie, soit en le protégeant par un toit imperméable amovible, soit en le transportant dans un endroit sec.

Quel que soit le type de séchage utilisé

Il convient de tenir compte de l'augmentation de l'humidité de l'air durant la nuit, liée à la diminution de la température entraînant la formation de « rosée » ; il importe donc de l'entreposer dans une aire abritée. La technique de l'emballage-pressurage qui consiste à entasser le poisson humide en le pressant évite certes une reprise d'eau pendant la nuit mais augmente les risques d'écrasement et de meurtrissures.

Il faut aussi faciliter au maximum le déplacement de l'air entre les poissons. Le séchage sur des nattes posées directement sur le sol est déconseillé car d'une part, la circulation de l'air est moins bonne, et d'autre part, les risques de contamination par les poussières et les insectes sont accrus.

Figure 34 : Séchage traditionnel du poisson



L'usage de claies surélevées supprime ces inconvénients et améliore le séchage. En effet, la circulation de l'air est plus forte à un mètre du sol ; la surface du poisson exposé au courant d'air et à la chaleur est plus grande ; le poisson est moins accessible aux prédateurs et aux insectes.

Si les claies sont inclinées, l'excédent d'eau peut s'écouler ; le poisson est plus facilement protégé de la pluie, puisqu'il suffit de le recouvrir d'un matériel imperméable (s'il reste au niveau du sol, même protégé par une bâche, il reste en contact avec l'eau d'écoulement de la pluie). On facilite l'opération en choisissant une aire de séchage où un vent fort augmente la circulation d'air. Les mêmes principes s'appliquent au séchage sur cordes tendues entre des montants sur une plage ou dans un endroit venté.

Cependant, des plate-formes rudimentaires en béton ou en terre tassée peuvent offrir une bonne alternative au séchage simple car elles sont peu coûteuses, faciles à construire, retiennent la chaleur et sont très efficaces à condition qu'elles soient tenues très propres ; il convient de souligner cette dernière remarque car c'est un des points les plus négligés lors du séchage.

Le salage

C'est une des méthodes de conservation les plus efficaces et elle donne d'excellents résultats à condition que le poisson et le sel soient de bonne qualité et que ce dernier soit utilisé en quantité suffisantes. En effet, dans certaines régions, les difficultés d'approvisionnement en sel constituent une contrainte majeure et des cas d'intoxications mortelles dues au botulisme ont été provoquées par la présence de bactéries sur du poisson insuffisamment salé.

Le salage peut s'effectuer soit à sec, le sel étant mis directement sur le poisson, soit en saumure, le poisson étant plongé dans une solution saline.

Quelle que soit la méthode utilisée, le sel doit être aussi propre que possible, car mis à part les problèmes de contamination, les impuretés qu'il contient affectent aussi son taux de pénétration dans la chair du poisson. Un sel de bonne qualité contient 95 - 98 % de chlorure de sodium et des impuretés (chlorures et sulfates de calcium et de magnésium et sulfate et carbonate de sodium). On utilise du sel gemme ou du sel marin.

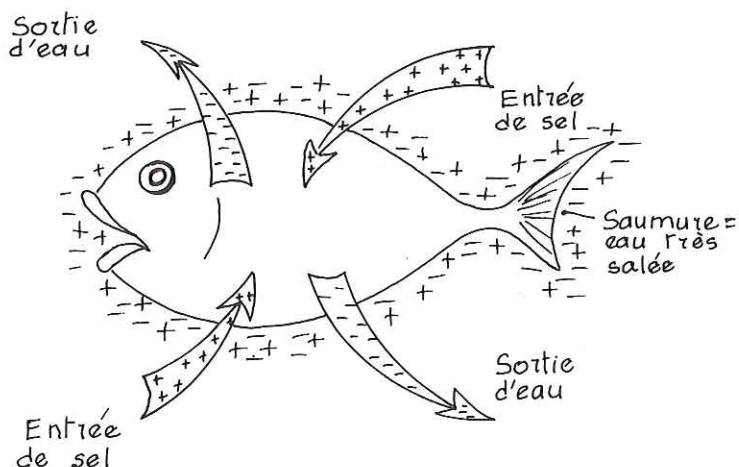
La technique du salage provoque également une déshydratation partielle du poisson, inhibant ainsi l'activité enzymatique et microbienne et conférant au produit un goût et une consistance particulière.

L'état de fraîcheur du poisson est très important car la conservation par le sel est une « course de vitesse » entre les phénomènes de dégradation et la pénétration du sel ; le salage sera d'autant plus efficace que le poisson sera plus frais.

Actions physico-chimiques du sel

En début de salage, la concentration du sel est très forte à l'extérieur du poisson. L'eau située dans les muscles de ce dernier a tendance à sortir vers l'extérieur, inversement le sel pénètre à l'intérieur des chairs. Ainsi, peu à peu, le poisson perd son eau, s'enrichit en sel et devient plus dur car les muscles se rétractent. On préconise l'utilisation de gros sel qui se dissout lentement afin que la perte en eau ne soit pas trop brutale, et qu'il ne « brûle » pas la surface du poisson.

Figure 35 : Mouvements de l'eau et du sel lors du salage



En liaison avec cette perte d'eau, les activités microbiennes et enzymatiques se réduisent, mais si le poisson est gras, les lipides s'oxydent donnant ainsi un goût et une odeur désagréable.

Action sur les micro-organismes

Le sel est un antiseptique faible, et limite donc les proliférations bactériennes. Cependant, certaines bactéries (dites bactéries halophiles) sont attirées par le sel et capables de se développer, formant de grandes zones rosées ; une grande partie des sels utilisés en Afrique est contaminée par ce type de bactéries.

L'aspect, le goût et la durée de conservation du poisson traité dépendent de la qualité du sel utilisé. Si on emploie du chlorure de sodium pur, la chair sera jaunâtre et d'une consistance molle. En revanche, l'adjonction de sels de calcium et de magnésium permet d'obtenir un poisson plus blanc et plus ferme.

Il convient toutefois d'éviter les excès afin de ne pas freiner le processus de pénétration du sel dans les chairs du poisson. Parfois le sel que l'on peut se procurer en Afrique contient du sable, de la boue, des moisissures et bactéries. On peut stériliser ce sel par chauffage, soit en faisant chauffer le sel à sec, soit en faisant bouillir la saumure.

En ce qui concerne les bactéries, elles donnent au poisson une coloration rose et une consistance molle (on peut cependant les détruire par la chaleur) ; mais certains consommateurs recherchent ce type de poissons.

Lors du salage à sec, il faut prévoir de casser les mottes de sel qui se sont formées (sinon le salage ne sera pas homogène). Suivant les différentes méthodes utilisées pour le salage, la teneur finale en sel du produit peut varier considérablement.

D'une manière générale, lorsque les conditions de salage sont difficiles, par exemple par temps trop humide, on peut augmenter au maximum (jusqu'à saturation) les teneurs en sels, tout en tenant compte des goûts du consommateur.

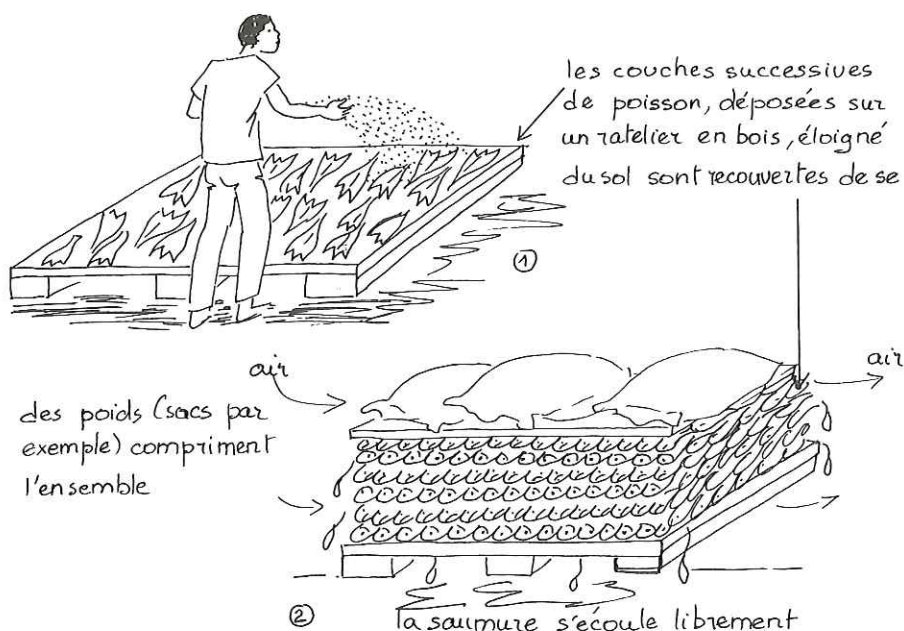
Salage à sec

C'est un moyen très utilisé car il est rapide et intense et n'exige pour sa réalisation qu'un minimum de matériel. Il est conseillé d'utiliser des cristaux de sel de taille moyenne afin que la pénétration du sel et l'extraction de l'humidité se déroulent à une vitesse raisonnable. En effet, il ne faut pas que l'opération se fasse trop vite car il y a des risques de formation d'une croûte de surface qui diminue l'efficacité du salage ; il ne faut pas non plus que cela se fasse trop lentement, car les matières grasses s'oxydant et gênant la pénétration du sel, les poissons gras risquent de rancir avant d'être salés (voir la figure 36 page ci-contre).

Les poissons sont soit étendus sur des claies soit mis en piles. Lorsqu'ils sont étendus sur des claies (superposées ou non), les poissons sont saupoudrés de sel au fur et à mesure de leur placement. Le dispositif d'installation est tout à fait semblable à celui du dispositif du séchage.

Le salage en pile est un peu différent : il est surtout utilisé pour les poissons maigres. On utilise parfois des bacs en béton pourvus de drains, mais plus souvent des râteliers d'environ 1m² pour que la saumure puisse s'écouler

Figure 36 : Salage à sec



librement. Le saupoudrage de sel se fait entre chaque couche (un peu plus sur les zones épaisses et dans les entailles). Il faut que la pile dépasse de 10 cm la hauteur du bac. Elle ne doit pas excéder 2 m et il faut éviter que la saumure ne surnage. Si la pile est régulière et la répartition du sel uniforme, le salage est alors régulier.

Une petite précaution que l'on peut conseiller : saupoudrer plus soigneusement les bordures ; cela évitera des contaminations par les bactéries et les insectes. On peut noter à ce propos que les larves des mouches sont découragées par le poisson très salé ; les températures supérieures à 45° sont aussi très efficaces, cependant pour les coléoptères il faudra atteindre 70°.

Dans les régions tropicales, on laisse en pile 24 à 48 heures avant de procéder à un séchage. Si on veut laisser plus longtemps, on doit refaire la pile et les poissons qui étaient dessus seront placés dessous.

Inconvénients : les insectes, rongeurs, bactéries et moisissures s'attaquent aux bordures et les matières grasses des poissons gras rancissent. De plus, le salage est souvent irrégulier.

La proportion de sel à utiliser est d'environ 30 % à 35 % du poids du poisson. L'emploi de quantités supérieures n'améliorera pas forcément le résultat mais augmentera les coûts de production.

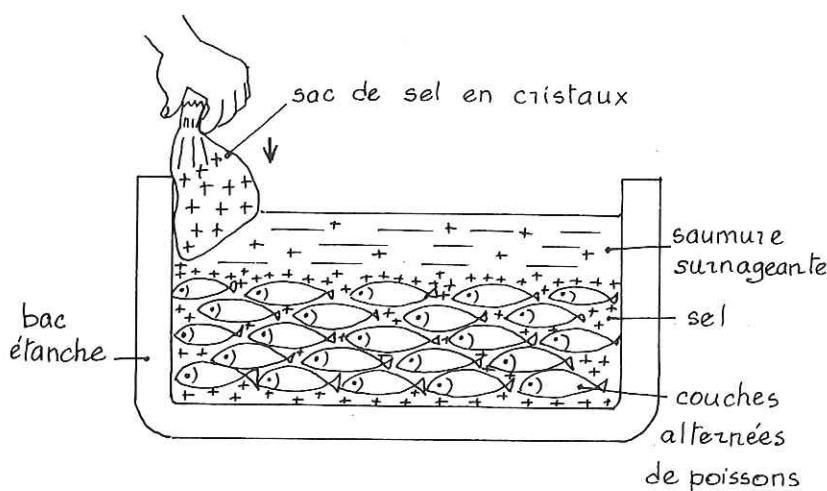
Salage en saumure

La saumure est une solution de sel dans l'eau à saturation (saumure à 100 %), soit 360 g de sel par litre d'eau.

On utilise des barils ou des récipients étanches. Des poids posés sur une planche en bois recouvrant la dernière couche de poisson (peau vers le haut), maintiendra le poisson dans la saumure.

Lorsque le poisson est plongé dans cette solution, des échanges entre la chair du poisson et la saumure ont lieu : le sel de la saumure passe dans le poisson, l'eau du poisson passe dans la saumure ; le pourcentage de sel dans la saumure diminue donc régulièrement. Il faudra donc, périodiquement, vérifier la concentration en sel. Si on n'a pas de dispositif de vérification, le moyen le plus simple pour pallier ce déficit est d'y plonger un sac de sel qui se dissoudra progressivement.

Figure 37 : Salage humide



Si le sel et l'eau dont on dispose sont de qualité médiocre, on peut porter la saumure à ébullition ce qui détruira les bactéries halophiles. Il faut enlever

l'écume se formant en surface pour diminuer au maximum les impuretés. On peut aussi faire cuire le sel avant de préparer la saumure.

Ce procédé présente plusieurs avantages : le traitement du poisson est homogène, et, en faisant varier la concentration en sel de la saumure et le temps d'immersion, il est possible après expérimentation de contrôler la concentration en sel du produit final (il faut cependant surveiller les risques de fermentation lorsque la température est forte, en saison chaude par exemple). Cela permet d'obtenir des produits plus ou moins salés selon la demande, mais il faut savoir que ces produits (surtout les poissons faiblement salés), sont plus facilement altérables que lors du salage à sec.

Par exemple, une saumure à 10 % (une part de saumure à 100 % pour neuf parts d'eau), est parfois utilisée pour tremper le poisson avant le salage à sec afin d'éliminer une grande partie des bactéries présentes à la surface du poisson et de faciliter le salage.

Le saumurage est rarement utilisé en tant que méthode de conservation à part entière, mais il sert le plus souvent de traitement préparatoire aux procédés de séchage, de salage à sec ou de fumage.

Le choix de la méthode de salage dépend des préférences du consommateur, des possibilités d'approvisionnement en sel et de son coût et du type de poisson dont on dispose (gras ou maigre).

Résumé des critères de salage

Le degré de pénétration du sel et d'élimination de l'eau dépendent de nombreux facteurs :

- de la concentration saline, de la durée du salage, et de la température ; quand elle est élevée l'absorption est rapide ;
- du poisson lui-même : de sa fraîcheur (plus il est frais plus le sel pénètre lentement) ; de son épaisseur (plus il est épais plus l'absorption est lente) et de sa teneur en matières grasses qui freinent l'absorption de sel et augmentent les risques de rancissements.

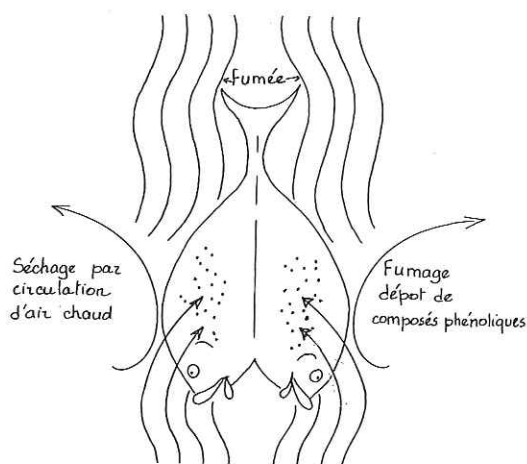
L'efficacité du salage en tant que technique de conservation dépend de l'uniformité de la pénétration en sel dans la chair du poisson, de la concentration de la solution saline et de la durée de l'opération, et enfin de l'association éventuelle du salage à d'autres méthodes de conservation.

Le fumage

Le fumage confère aux poissons traités un goût particulier très recherché ; mais, utilisé seul, il n'assure pas une durée de conservation longue, car il n'empêche pas le déroulement du processus de dégradation et de putréfaction, et doit donc être traité comme un produit frais (à maintenir au froid ou congelé).

Dans les pays tropicaux où les conditions de maintenance au froid sont difficiles, on associe le plus souvent le salage et le séchage au fumage, ce qui permet de réduire la teneur en eau du poisson.

Figure 38 : Fumage du poisson



Les buts de cette méthode de transformation sont une élimination partielle de l'eau et une imprégnation dans la chair du poisson des composants de la fumée afin de lui donner un goût et une odeur spécifiques et très demandés.

Au cours de ce traitement, on observe deux phénomènes simultanés : un séchage par entraînement, le poisson étant placé dans un courant d'air chaud, et une action antiseptique, aromatisante et colorante de la fumée.

Actions sur les qualités organoleptiques

La formation d'arômes et de saveurs particuliers est due essentiellement aux phénols de la fumée. La qualité du combustible utilisé influence la saveur et l'odeur du produit fumé. La couleur varie, allant du jaune doré au brun foncé. Les modifications de texture sont surtout dues à l'action de la température. Dans le cas de fumage à chaud, on obtient des produits durs et secs. La texture du poisson fumé à froid est plutôt molle et tendre.

Actions physico-chimiques

L'action la plus importante est un effet anti-oxydant du phénol sur les lipides. Cela est d'autant plus important que le poisson est gras. De plus, le fumage à chaud, et plus particulièrement lorsque le poisson est accroché sur des broches, abaisse considérablement la teneur en huile du produit final.

Action sur les micro-organismes

Dans le fumage à chaud, c'est surtout la chaleur qui détruit les micro-organismes. Dans le fumage à froid, c'est la fumée qui est essentielle ; dans ce cas, les phénols ont un rôle antibactérien ; ce rôle est sélectif et dépend du type de fumée. Il faut noter que les levures et les moisissures sont relativement résistantes à l'action de la fumée.

Actions toxiques

Les composés présents dans la fumée n'ont pas toujours des rôles bénéfiques. Lorsque le fumage est mal conduit, certains peuvent présenter des risques. Ainsi le 3-4 benzopyrène qui se dépose sur le poisson est susceptible de provoquer l'apparition de cancers. Il est surtout présent lors du fumage à chaud lorsque la température dépasse 45°C. En fait, dans un fumage bien conduit, le risque est presque nul, et, même en Afrique où le poisson est parfois carbonisé avant d'être fumé, les risques sont minimes si la consommation ne dépasse pas 50 kg par an.

Les poissons maigres comme le haddock ou le tilapia, ainsi que les poissons gras comme le maquereau et la sardine, conviennent parfaitement pour le fumage.

Pour qu'un fumage soit efficace, il faut tenir compte :

- des caractéristiques du poisson qui doivent présenter la plus grande surface possible au fumage ; ainsi les gros poissons seront fractionnés en morceaux ou en filets ;
- des caractéristiques de la fumée qui doit être dense car le dépôt de fumée doit être rapide. Pour cela, on peut augmenter la température (70°C maximum) et l'humidité (entre 60 % à 70 % selon les cas).

Les opérations préliminaires au fumage

Elles dépendent beaucoup des habitudes et des recettes locales. Après le lavage, l'éviscération et dans certains cas l'étêtage, on procède au fractionnement des gros poissons qui sont découpés en morceaux ou en filets ; les petits poissons sont fumés entiers.

Une très courte phase de salage peut précéder la phase de fumage. C'est le cas en Europe où le poisson est plongé dans une saumure saturée pendant une quinzaine de minutes ; cela donne un poisson salé à 2 % ou 3 % qui est ensuite fumé légèrement puis conservé au froid. Cette méthode améliore la saveur du poisson, lui donne un aspect plus brillant et le rend plus appétissant. En Afrique, si on veut appliquer la même méthode, il faut atteindre une teneur en sel de 8 % à 10 % (19).

Le plus souvent en Afrique on préconise une phase de préséchage : les poissons suspendus ou posés sur des claies surélevées sont préséchés (à l'ombre de préférence), puis ces mêmes claies sont présentées à la chaleur et à la fumée.

Les différents types de fumage

On distingue trois types de fumage : à froid (le poisson n'est pas cuit), à chaud (le poisson est cuit) ou en fumoir (généralement il y est partiellement voire totalement cuit, et on revient au fumage à chaud).

Voir pages 148 et 149 le tableau 17 sur la comparaison des méthodes de fumage à chaud et à froid.

Le fumage « à froid »

Il est surtout pratiqué dans les pays tempérés. La température est maintenue entre 20°C et 25°C et ne doit en aucun cas dépasser 28°C car le poisson ne doit ni cuire ni trop se dessécher. Elle est régulée soit par admission d'air frais, soit par passage de la fumée dans un échangeur. Au cours de cette opération, on doit surveiller la ventilation, la température et l'hygrométrie de l'air.

La durée du traitement varie de quelques heures à quelques jours, selon le type d'installation et le produit désiré. Le fumage « à froid » requiert des conditions d'hygiène et un contrôle de qualité très rigoureux car le produit final

(19) La teneur en sel se mesure en laboratoire à partir d'échantillons prélevés sur des poissons traités.

ayant une teneur en eau encore importante, sa durée de vie est limitée ; il est en général emballé sous vide et entreposé au froid ou congelé.

On ne le conseille donc pas dans les pays où les installations de stockage et de distribution sont insuffisantes.

Avant cette phase de fumage « à froid », on procède parfois à un pré-séchage qui permet d'améliorer l'aspect du poisson et surtout d'éviter le durcissement qui peut se produire lors du fumage. La température conseillée est comprise entre 22°C et 26°C et l'humidité relative de l'air entre 60 % et 65 %. Le temps de séchage dépend de l'espèce et de la taille du poisson ; il varie entre une et trois heures.

Afin d'éviter les manipulations successives, on utilise le même système de disposition des poissons pour le séchage et le fumage.

Figure 39 : Fumage du poisson

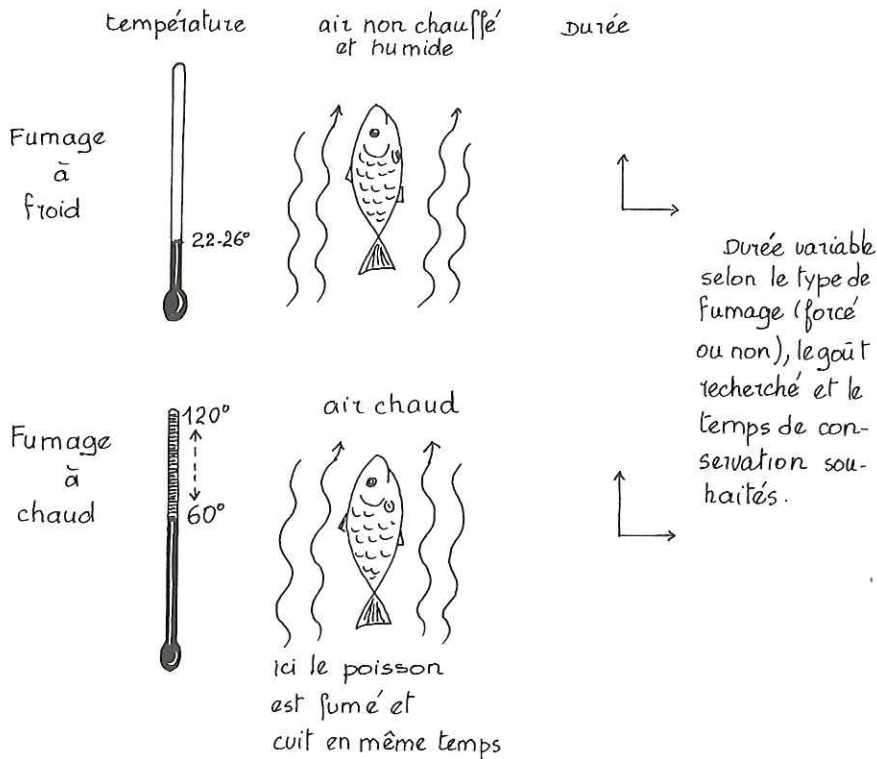


Tableau 17 :
Comparaison des méthodes de fumage à chaud et à froid

Source : « Le fumage du poisson », Camille Knockaert, IFREMER, 1990.

Paramètres	Fumage à chaud	Fumage à froid
Méthode	<p>Le poisson est soumis à l'action combinée de la chaleur et de la fumée. Le but recherché est de cuire le poisson, tout en limitant la dessiccation de celui-ci.</p> <p>Anciennement, le poisson était exposé à la fumée non loin du foyer de combustion.</p> <p>Selon la distance, il était soumis à une température plus ou moins élevée. De cette manière, on déshydratrait partiellement le poisson, le rendant ainsi plus ferme avant la cuisson. Sans cette phase, le poisson trop mou tombait dans le foyer.</p> <p>Actuellement, on procède à une élévation de température progressive grâce à l'action de résistances électriques.</p>	<p>Le poisson est préalablement plus ou moins séché à une température ne dépassant pas 28°C. Autrefois, le poisson se déshydratait au-dessus du feu, à une distance suffisante pour ne pas le cuire. Dans un second temps, le feu était étouffé avec de la sciure pour produire de la fumée. De nos jours, on effectue un séchage superficiel, en évitant de « croûter » le produit.</p> <p>Cette opération doit être conduite en surveillant les trois paramètres : ventilation, température et hygrométrie. Ensuite, le produit est fumé : la durée peut varier de quelques heures à plusieurs jours, suivant le matériel utilisé et le produit désiré.</p>
Température	<p>Le fumage à chaud se fait généralement en trois étapes :</p> <ul style="list-style-type: none"> – une période de séchage-fumage à 30°C ; – une cuisson-fumage à 60°C ; – un séjour à température de 90/100°C pour cuire et faire exsuder les graisses : la température à cœur doit atteindre au minimum 65°C et ce pendant quelques minutes. 	<p>La température est de l'ordre de 22 à 26°C et ne dépasse jamais 28°C tout au long du traitement.</p> <p>Selon les régions, il est indispensable d'installer une batterie froide permettant de traiter le mélange air-fumée.</p>

Durée	Une augmentation importante de la vitesse de dépôt de la fumée, due aux conditions d'hygrométrie et de température, permet d'appliquer des temps plus courts que pour le fumage à froid. La fixation des produits résultants de la combustion du bois est maximale à la température de 75°C pour une humidité relative de 60 % (Nicolle, 1978).	La durée du traitement varie d'une installation à l'autre. Elle dépend du goût et de la couleur recherchés.
Hygrométrie	Il peut être nécessaire d'introduire de la vapeur ou un « spray » (mélange air-vapeur) afin d'augmenter l'hygrométrie. Dans le cas de températures élevées, on évite ainsi le séchage du produit.	Le degré hygrométrique est de 60 à 70 %. Sur les installations récentes, ce paramètre est contrôlé grâce aux climatiseurs. Avec les fumoirs classiques, la sciure doit être humidifiée.
Circulation de l'air	La ventilation doit être suffisante pour uniformiser la température dans la cellule.	Afin d'éviter le « croûtage », il est important de ne pas ventiler trop violemment l'enceinte. D'autre part, une ventilation trop forte peut provoquer un déséquilibre au niveau du foyer du générateur occasionnant par aspiration des risques d'incendie.
Conservation	La durée de conservation est relativement courte : la cuisson provoque la désorganisation des tissus du poisson et celui-ci devient plus sensible aux dégradations. De plus, la teneur en eau est encore élevée. La conservation, selon la nature du poisson, varie entre huit et dix jours (produit emballé sous vide et stocké à + 2°C).	La conservation du produit fini dépend de la teneur en sel, de la perte en eau occasionnée par le traitement et de l'intensité du fumage. En général, la durée de conservation est de quatre semaines à + 2 °C (emballé sous vide). Le hareng saur se conserve plus longtemps car il est très salé et fortement séché / fumé.
Nuisance	Le 3-4 benzopyrène est présent en quantité huit à neuf fois plus élevée dans les produits fumés à chaud.	

Le fumage « à chaud »

C'est la méthode la plus utilisée en pays tropicaux car on obtient un produit relativement stable. Les poissons sont, le plus souvent, préalablement salés et séchés. La température utilisée varie entre 60°C et 120°C ; le poisson est donc cuit et fumé en même temps. Afin d'éviter une cuisson trop rapide et surtout un croûtage en surface, il est préférable de commencer à une température plus basse (30°C à 40°C) pendant une à deux heures (ainsi le poisson ne cuit pas trop vite et ne se fractionne pas), puis de l'augmenter jusqu'à 45°C à 80°C ou plus pendant deux à quatre heures. La teneur en eau du produit final est très variable car elle dépend du produit désiré et du poisson utilisé.

En ce qui concerne le combustible, c'est bien sûr le contexte local et les disponibilités en bois qui déterminent le choix. Toutes les variétés de bois peuvent être utilisées mais on évite cependant le bois de résineux, de teck, qui produisent des arômes désagréables. On déconseille aussi les bois qui brûlent en produisant de grandes flammes car les poissons risquent sinon d'être carbonisés avant d'être fumés.

Le bois de mangrove et le manguier rouge, assez abondants dans certains pays tropicaux, sont intéressants car ils brûlent en dégageant beaucoup de fumée, même lorsqu'ils viennent juste d'être coupés. On peut aussi employer la sciure provenant des coupes de bois, le papyrus, les noix de palme, les fibres de coco, des déchets de canne à sucre, voire même dans certains pays des bouses de vache.

Les fumoirs

Ils doivent être économiques et efficaces. Pour cela, la consommation en combustible doit être la plus faible possible ; réalisés en milieu clos, ils éviteront les pertes de fumée et de chaleur. En outre, le dispositif sur lequel est posé le poisson doit être suffisamment haut pour que ce dernier ne soit pas brûlé et soit fumé de manière homogène (voir en chapitre 6, deuxième partie, les différents types de fumoirs).

Un petit conseil avant l'emballage du poisson fumé : il faut parfois sécher à nouveau le poisson avant de l'emballer s'il a absorbé de l'humidité en cours de stockage. Le plus simple consiste à allumer un feu sous les étagères de stockage ou à replacer le poisson dans le fumoir. Cela est facile si le poisson a été stocké sur les claies de fumage empilées les unes sur les autres.

Un récapitulatif des différentes opérations en cours de fumage est présenté dans le tableau 18, pages 152 et 153.

La fermentation

C'est une méthode très ancienne qui est plus ou moins bien maîtrisée selon les pays. En Afrique, peu de données existent sur les caractéristiques de fermentation.

Sous les climats chauds et humides, la détérioration n'est pas toujours arrêtée par les techniques de déshydratation car il est bien difficile de garder un produit sec. La fermentation est un procédé qui, en inhibant les modifications indésirables à l'intérieur du poisson, permet une conservation plus longue et, surtout, donne au produit des saveurs très particulières et recherchées.

Ce procédé conduit à l'obtention de produits variés :

- les produits dans lesquels le poisson garde sa texture originale, qu'il soit entier ou en morceaux ; c'est le cas du « guedj » préparé au Sénégal, et du « colombo » fabriqué en Inde (voir chapitre 2) ;
- les produits où le poisson est réduit à l'état de pâte ;
- les produits liquides ou en sauces.

La fermentation se traduit principalement par une décomposition chimique des protéines, produisant ainsi des acides aminés libres plus facilement digérés. Mais ces phénomènes doivent être très contrôlés afin d'obtenir les arômes souhaités et de stopper les dégradations indésirables.

Plusieurs facteurs interviennent lors de la fermentation :

Le pH : Il a surtout une action sur l'activité des enzymes et la solubilité des protéines (ces dernières sont dissociées, leurs longues chaînes moléculaires insolubles et complexes sont coupées, puis se transforment en éléments simples et solubles qui sont les acides aminés).

La température : D'une manière générale les températures, modérément élevées (40°-50°), accélèrent la vitesse des réactions chimiques d'hydrolyse, mais il faut veiller à ce qu'elle ne dépasse pas les valeurs critiques (destruction des enzymes).

Le sel : On observe, comme lors du salage, une perte d'eau et une pénétration du sel. Certaines bactéries spécifiques se développent dans ce milieu et sont responsables d'une saveur caractéristique et recherchée.

Tableau 18 : L'organisation de fumage : rôle

Actions physico-chimiques	Déroulement des opérations
	<p style="text-align: center;">POISSON FRAIS</p> <pre> graph TD A[Stockage (glace)] --> D[Poisson en bon état, non dégradé, non contaminé] B[Stockage / congélation] --> C[Décongélation] C --> D </pre> <p style="text-align: center;">Poisson en bon état, non dégradé, non contaminé</p>
	<p style="text-align: center;">Préparation du poisson</p> <p style="text-align: center;">éviscération - tranchage - filetage...</p>
Par remplacement de l'eau par le sel : <ul style="list-style-type: none"> – diminution de la croissance des germes – goût particulier ; concentration en sel de 3 à 3,5 g / 100 g – texture : raffermissement des chairs 	<p style="text-align: center;">Salage</p>
Réduction d'eau : ralentissement des activités enzymatiques et réactions chimiques	<p style="text-align: center;">Séchage</p>
Dépôt de composés volatiles <ul style="list-style-type: none"> – action bactéricide et bactériostatique (protection) – couleur recherchée 	<p style="text-align: center;">Fumage</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Emballage sous vide : pas de possibilité de contamination ultérieure – Température + 2°C : ralentissement de la croissance des germes 	<pre> graph TD A[Conditionnement] --> B[Entier] A --> C[Congélation partielle] B --> D[Emballage sous vide] C --> E[Découpage] E --> F[Congélation] D --> G[Stockage] F --> G </pre>
	<p style="text-align: center;">Stockage</p> <p style="text-align: center;">Distribution</p>

de chaque phase et précautions à prendre

Précautions à prendre
<ul style="list-style-type: none"> – Surveillance de la température : <ul style="list-style-type: none"> * température stock/glace : - 2°C, durée de conservation ≤ 8 jours. * température stock/congélation : - 30°C, durée de conservation ≤ 1 an. – Ne pas interrompre la chaîne du froid. – Lors de la décongélation, manipuler le moins possible. Décongeler par aspersion d'eau.
<ul style="list-style-type: none"> – Jeter les déchets au fur et à mesure dans un récipient. – Laver les morceaux dans une eau propre et saine. – Nettoyer, désinfecter la salle et les ustensiles de travail. – Travailler si possible dans un local frais (12°C). – Travailler rapidement (surtout si la salle n'est pas climatisée).
<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un sel non contaminé (s'il est suspect, le stériliser par chaleur). – Réduire les manipulations en utilisant des supports adaptés (charriots, claies...). – Renouveler la saumure et vérifier régulièrement sa teneur en sel. – Travailler si possible à 12°C. – Rincer par douche sur claies et charriots (pour limiter les manipulations). – Adapter la durée du séchage au poisson traité (gros, gras, maigre...).
<ul style="list-style-type: none"> – Durée de traitement le plus court possible (5 à 6 heures). – Travailler à environ 24°C, et ne pas trop sécher (hygrométrie à 65 %).
<ul style="list-style-type: none"> – À froid : température souhaitée = 24°C. – À chaud : surveiller la température selon le type de fumage. – Durée de fumage : reste fonction du goût des consommateurs. – Conservation limitée (le poisson contient encore beaucoup d'eau), doit être congelé.
<ul style="list-style-type: none"> – Salle à 12°C. – Réduction des manipulations (utiliser des charriots par exemple). – Nettoyage et désinfection des ustensiles et machines de tranchage. – Température de congélation : - 30°C (≤ 3 semaines). – Température de stockage : + 2°C pour produits sous vide, - 18°C pour produits congelés.
<ul style="list-style-type: none"> – Ne pas interrompre la chaîne du froid durant le transport.

Les deux produits les plus rencontrés sur les marchés (en Asie principalement) sont les pâtes et les sauces de poisson.

- Les pâtes : Le poisson ou les crustacés (surtout les crevettes) sont écrasés avec un pourcentage de sel. Puis cette pâte est séchée au soleil avant d'être emballée ; elle parvient ainsi à maturation sous emballage, donc en l'absence d'air. Parfois le séchage précède la pulvérisation. La teneur en eau est de 30 % à 50 %. En Afrique (surtout Afrique de l'Ouest), où le « cube Maggi » (parfois appelé « magique »), entre dans la composition de presque tous les mets, une nouvelle formule à base de poisson a été mise récemment sur le marché et a été très favorablement accueillie (Côte d'Ivoire).
- Les sauces : Les poissons entiers, non vidés, sont mis à macérer en présence de sel (20 % à 25 % de leur poids), durant trois à six mois ; plus la macération est longue, plus le produit obtenu est de qualité. Elles sont un aliment azoté de grande valeur, car même utilisées comme condiment, elles apportent aux populations qui se nourrissent presque uniquement de céréales, les acides aminés indispensables à leurs besoins.

Trois procédés de fermentation sont présentés à titre d'exemple. Le « Nuoc-nam », fabriqué en Asie, est une sauce ; le « Guedj », réalisé au Sénégal, est un produit dans lequel le poisson garde sa forme originale ; le « Colombo », fabriqué au sud de l'Inde, permet l'emploi de la saumure comme sauce de poisson.

Le « Nuoc-nam »

C'est une sauce généralement très appréciée, même en dehors de son pays d'origine, en particulier en Europe et en Afrique. Ce sont des petits poissons de mer comme les sardines qui sont en général utilisés. Le procédé varie selon la taille de l'unité de production mais le principe de réalisation reste le même. Pour les petites unités, les poissons entiers sont émiettés à la main et mélangés avec du sel (20 % à 25 % de leur poids) dans de grands pots en terre ; puis on le laisse fermenter durant plusieurs mois : le « Nuoc-nam » qui en résulte est le liquide clair qui exsude à la surface et que l'on décante soigneusement. En fin de fabrication, on procède à un lessivage avec une solution salée pour récupérer toute la matière azotée soluble ; le résidu peut servir d'engrais. Le rendement varie selon la qualité (la première solution recueillie est de meilleure qualité car elle contient beaucoup de protéines). Elle va de deux à six parts de « nuoc-nam » pour une part de poisson (selon la qualité que l'on veut obtenir, la matière azotée soluble est plus ou moins diluée). Il est ensuite conditionné en bouteille, mais on peut aussi le garder dans des pots en terre.

Le « Guedj »

C'est un produit fermenté puis séché. Ici le poisson garde sa forme originale lors de la fermentation. C'est une très bonne valorisation de la production invendue en frais. Le poisson est placé dans de l'eau de mer, contenue dans un pot en terre, durant 24 heures (cette eau de mer servira pour plusieurs fermentations). Après avoir été lavé et salé, il est mis à sécher durant deux à cinq jours. Pour en améliorer l'aspect, et lui donner une couleur rougeâtre appréciée, il est parfois enduit d'une préparation spéciale.

Le « Colombo »

Ce produit est principalement fabriqué au sud de l'Inde à partir de maquereaux et de sardines de gros calibre. Dans cet exemple, le poisson garde sa forme originale mais la saumure est récupérée comme sauce.

Le poisson, très frais, est d'abord éviscéré, vidé, lavé à l'eau de mer, puis mélangé à du sel sec (une part de sel pour trois parts de poisson) dans des bacs en béton. Il est ensuite aromatisé avec de la pulpe de tamaris qui lui donnera un goût fruité recherché et qui augmente l'acidité de la préparation (d'où une meilleure conservation). Maintenu immergé dans la saumure à l'aide de poids posés sur les nattes qui recouvrent la dernière couche de poisson, il est mis en fermentation pendant deux à six mois. Il est ensuite transvasé, avec sa saumure, dans des barils en bois de manguier ; ces barils sont très volumineux puisqu'ils peuvent contenir jusqu'à 500 kg de poisson. La durée de conservation dans ces barils est d'environ un an. La chair du poisson est feuilletée mais ferme et possède un goût fruité très recherché.

Cette technique a le double avantage de permettre la consommation du poisson longtemps après sa sortie de l'eau, et l'emploi de la saumure comme sauce de poisson.

La fermentation est un procédé de préparation qui présente de nombreux avantages :

- il ne nécessite pas de matériels coûteux, il suffit de posséder des cuves pour la macération du poisson ; celles-ci peuvent être de simples jarres en terre de 20 à 50 litres de capacité pour la fabrication familiale, des cuves en bois de 2 000 à 5 000 litres pour une petite industrie, ou des cuves en béton de 15 000 litres et plus pour de grosses unités ;
- il faut très peu de main-d'œuvre ; le poisson est mis à macérer entier sans qu'il soit besoin de l'écailler et de le vider, et permet d'utiliser tous les poissons, même ceux de très petite taille. Pendant la période de macération (de trois à six mois et plus), le poisson ne subit aucune manipulation. En fin de fabrication, on doit effectuer le lessivage du mélange « poisson/sel » avec une solution salée de façon à extraire toute la matière azotée soluble qui

pourrait rester dans le poisson. Ce lessivage peut se faire sans beaucoup de main-d'œuvre en utilisant une moto-pompe de 1/3 de ch (23) (à condition que le corps de pompe soit en alliage résistant aux solutions salées). Ce lessivage peut aussi s'effectuer à la main ;

- on peut traiter du poisson pêché depuis plusieurs jours en lui ajoutant 15 % de son poids en sel au moment de sa capture ; ce salage peut se faire à même le bateau, il suffira, lors de la mise en cuve, d'inclure la saumure qui se sera formée et de tenir compte de la quantité de sel déjà ajoutée. Il devient alors possible de prévoir un ravitaillement en matière première régulier à la fabrique de sauce avec des poissons provenant de zones de pêche très étendues sans craindre les détériorations en cours de transport ;
- il permet de traiter une importante quantité de poisson, celle-ci n'étant limitée que par la capacité des cuves ; plusieurs cuves peuvent être remplies simultanément s'il se produit un arrivage très abondant ;
- il n'est pas nécessaire d'avoir un arrivage journalier ; une fabrique de sauce peut être ravitaillée pour six mois, voire une année, en quelques jours seulement ;
- les sauces de poisson correctement préparées peuvent se conserver plusieurs années. À part les conserves en boîtes stérilisées, aucune autre préparation ne se conserve aussi bien que les sauces de poisson.

Cependant, malgré sa simplicité et les nombreux avantages qu'elle présente, cette technique est encore peu utilisée en Afrique.

La marinade

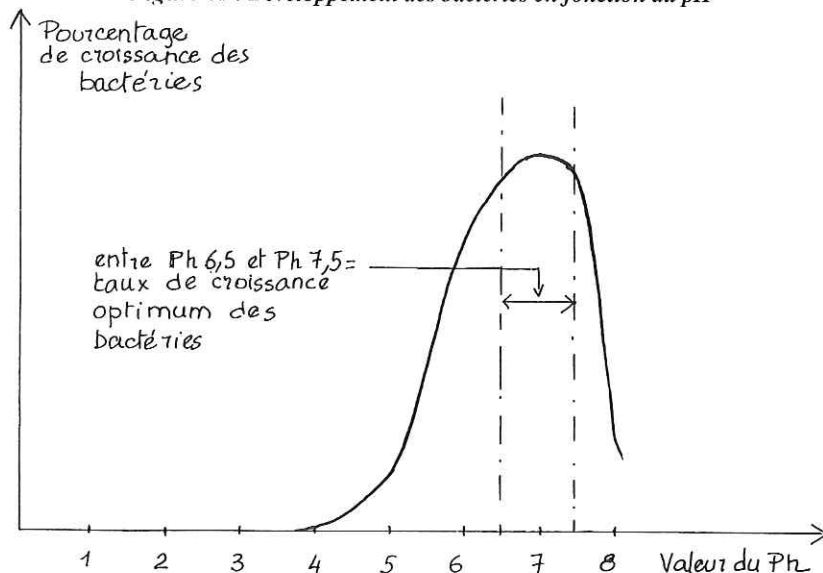
C'est une technique facile à réaliser puisque le poisson est directement immergé dans une solution d'acide acétique et de sel. La seule contrainte reste la température qui ne doit pas dépasser 15°C.

Le produit en résultant, très tendre, a un goût et une odeur particulières, est de couleur blanche, et a une durée de conservation prolongée.

(20) 1 cheval (ch) = 736 watts.

Dans certains pays, on utilise l'eau oxygénée pour blanchir la chair (à raison de 5 grammes d'eau oxygénée à 30 % pour 100 grammes de filet). La saumure doit contenir de 2 % à 5 % de sel (on peut aller jusqu'à 10 % pour le premier bain), le taux d'acide est de 2 % à 5 % ce qui correspond à un pH de 4,5. En ce

Figure 40 : Développement des bactéries en fonction du pH



Action de l'acide acétique

Cet acide assure au produit une grande tendreté et un goût recherché. Il abaisse le pH du produit immergé afin de réduire l'activité bactérienne et de rendre possible la consommation du poisson sans cuisson. En effet, la plupart des bactéries ne peuvent pas se développer au dessous d'un pH inférieur à 4,5 (ce qui correspond à un taux d'acide de 2 % à 5 %). Il faut cependant rappeler que quelques bactéries, si elles ne se développent pas, sont capables d'attendre le moment favorable pour se revivifier, se multiplier et rendre le produit toxique et inconsommable.

Action du sel

Comme dans les traitements précédents, il assure la sortie de l'eau et la coagulation des protéines. La solution doit contenir 2 % à 5 % de sel (10 % maximum pour la première solution de lavage).

Autres adjuvants

On peut pour adoucir l'acidité, ajouter du sucre ; le taux dépend du goût des consommateurs, mais si on en met trop il y a un risque de développement de bactéries.

qui concerne l'acide employé, le plus utilisé est le vinaigre mais il peut être remplacé par de l'acide citrique ou de l'acide tartrique. Certains adjuvants sont parfois ajoutés. On peut citer le sucre pour adoucir l'acidité, mais le taux ne doit pas être excessif, sous peine de voir se développer toute une série de bactéries indésirables, et des épices dont le choix et la quantité varient en fonction du goût du consommateur.

Les poissons les plus utilisés sont ceux à chair grasse mais toutes les catégories de produits marins peuvent être conservés de cette manière. Comme tout produit conservé, une marinade de qualité est faite avec des poissons de qualité. On utilise des poissons frais (qui seront soigneusement lavés dans plusieurs bains), ou congelés (qui seront décongelés le plus rapidement possible, par aspersion d'eau par exemple). La « vie d'étagère » est cependant limitée : de quelques semaines, sous les tropiques si le produit reste à température ambiante, à quelques mois s'il est maintenu au froid.

Il existe différentes techniques de marinades :

- la marinade « à froid », par trempage dans un bain d'acide salé puis conditionnement en saumure acide ;
- la marinade « à chaud », par cuisson directe dans la marinade ou par cuisson à la vapeur ou à l'eau, puis conditionnement en saumure acide ;
- la marinade « en gelée », par trempage en bain acide puis conditionnement dans une gelée acide et salée ;
- la marinade « frite », par friture du poisson et conditionnement en saumure acide.

L'appertisation

La conserverie est une technologie relativement moderne qui permet de conserver les produits pendant une longue période (de quelques mois à plusieurs années). Cependant, en milieu tropical, ce temps de conservation est souvent écourté du fait des hautes températures ambiantes.

Le principe en est très simple : après fermeture hermétique du récipient, dans lequel on a placé le produit, on procède à une stérilisation thermique d'une durée déterminée, suivie d'un refroidissement lent à une température ambiante. Le

temps de stérilisation est variable selon les volumes des boîtes. Il faut en moyenne deux fois et demi plus de temps pour que le centre du récipient atteigne la température de l'eau qui l'entoure. Le transfert de chaleur se fait soit par convection à travers les liquides (plus rapide) soit par conduction à travers les solides (plus lent).

Figure 41 : Au cours de la stérilisation, les transferts techniques s'effectuent par convection et/ou conduction

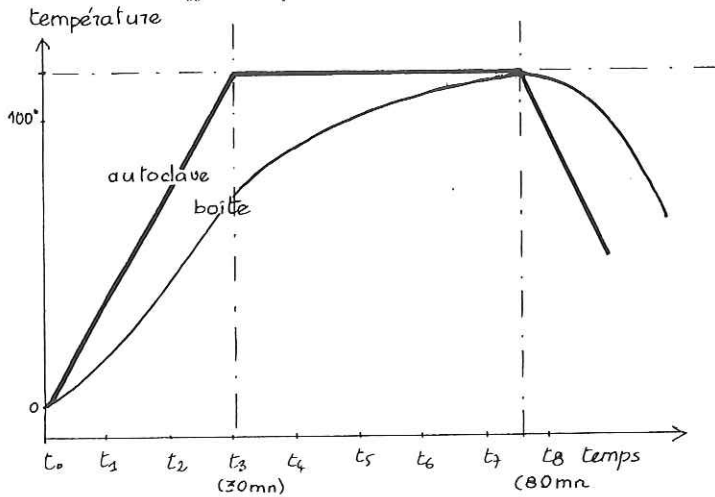
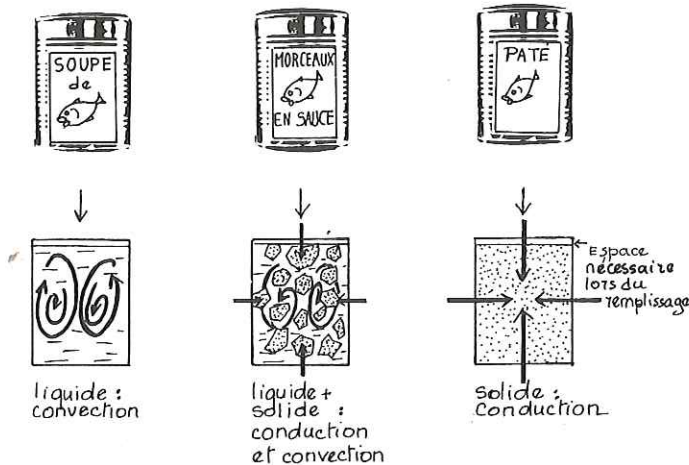


Figure 42 : Stérilisation

il faut environ 2,5 fois plus de temps pour que la boîte atteigne la température de 117°C



La stérilisation permet de tuer toutes les bactéries (même lorsqu'elles sont à l'état d'attente sous formes de spores résistantes). Il faut donc que la stérilisation dure assez longtemps, mais elle ne doit pas être excessive car la dénaturation des protéines serait trop forte et on obtiendrait un produit fibreux et moins bon.

Le temps de stérilisation est variable selon les aliments, et surtout selon l'acidité du produit. Ainsi une marinade ayant un pH de 4,5 subira un traitement modéré car la plupart des bactéries ont été tuées par l'acidité ; le poisson cru, par contre, est un aliment à faible teneur acide et sa durée de stérilisation sera plus longue (en moyenne une heure à 116°C).

Tableau 19 : Relation entre l'action de la température et la valeur du pH sur le développement des micro-organismes

Valeur du Ph	Comportement des micro-organismes	température à atteindre pour les détruire
8	Inhibition progressive de leur développement	} Supérieure à 100°C
7	} Zone dangereuse: Développement de la presque totalité des microorganismes	
6		
5		} Inférieure à 100°C
4,5		
4	Multiplication des levures et moisissures, et bactéries acidophiles	

L'appertisation est une technique généralement très bien maîtrisée, surtout à grande échelle et dans les pays tempérés.

Dans le cas d'une production artisanale, le procédé paraît simple et facile à condition de bien respecter les règles de fabrication et d'hygiène qui sont très strictes, mais ce procédé nécessite des matériels de conditionnement et de contrôle onéreux.

Le facteur le plus limitant est bien sûr économique : même pour une petite unité, l'investissement de départ reste important et les coûts de fabrication, notamment l'achat des boîtes, très élevés. De plus, il faut disposer d'une main-d'œuvre spécialisée et d'infrastructures encore rares en Afrique de l'Ouest (port adapté, chambre froide...), et d'un approvisionnement régulier en eau potable, en électricité et en poisson.

Certaines entreprises africaines maîtrisent cependant très bien ce procédé, mais ce sont en général des unités semi-industrielles.

Avant de préconiser l'installation d'une telle unité de transformation, il faut tenir compte :

- d'un approvisionnement suffisant et régulier en poissons à des prix raisonnables ;
- d'une main-d'œuvre qualifiée et une infrastructure adaptée ;
- d'une alimentation en eau et électricité constante (ou tout au moins suffisante) ;
- d'un marché suffisamment important pour l'écoulement des produits.

Son coût de production élevé exige l'existence d'un marché où ils pourront être vendus à un prix rentable.

La matière première utilisée

Tous les poissons ne conviennent pas pour la mise en conserve. Par exemple, les poissons à chair blanche ne résistent pas à la cuisson et ont tendance à s'émietter. En revanche, les poissons gras, principalement des espèces pélagiques telles que le maquereau, la sardine, le thon, le hareng, ont une chair plus ferme. De plus, ces poissons gras sont souvent difficiles à conserver par d'autres méthodes, en raison précisément de leur teneur en lipides et des risques élevés de rancissement.

La qualité du poisson frais est indispensable pour la confection des conserves. Il faut donc prévoir une manipulation du poisson soignée et hygiénique. Aussitôt capturé, le maintien à basse température est obligatoire. Il faut donc choisir des poissons provenant d'unités de pêche qui stockeront le poisson dans la glace jusqu'à son débarquement.

Avant le traitement, un tri permettra de classer les poissons par tailles et d'éliminer ceux qui ne présenteraient pas l'état de fraîcheur souhaité.

Les techniques de fabrication

Elles portent sur trois points : la préparation du poisson, la phase de stérilisation, le choix de l'emballage.

La préparation du poisson

Elle dépend de l'espèce utilisée, du type de produit que l'on veut obtenir et de l'état dans lequel le poisson arrive. Elle peut comporter toutes les étapes depuis l'étêtage, l'éviscération, l'écaillage, le désossage, le découpage en morceaux, jusqu'à la cuisson.

Les poissons, une fois préparés, doivent être soigneusement lavés à l'eau potable afin d'éliminer toutes traces de sang, d'écaillés, etc. Certains subissent un pré-traitement en saumure ayant pour but d'enlever une partie de l'eau en excès et de raffermir les chairs.

Dans les petites fabriques, le remplissage des boîtes se fait à la main. Il faut toujours laisser un espace de 3 à 5 mm entre le haut de la boîte et le poisson, pour permettre au vide de se réaliser et à la chair de gonfler légèrement durant la cuisson. Il faut aussi éviter de trop tasser le poisson car la conduction de la chaleur est facilitée par la présence de liquide. On ajoute presque toujours soit du sel (en saumure ou en grains), soit de l'huile végétale, de la sauce tomate, de la moutarde, du curry, etc.

Le choix de l'emballage

Il dépend de la nature du produit, et en particulier de son poids, des disponibilités locales et des habitudes des consommateurs. Actuellement, les produits de la mer destinés à être commercialisés sont presque tous conditionnés sous verre ou en boîtes métalliques.

Le problème du choix du récipient est un des plus gros inconvénients de cette méthode car il est nécessaire d'emballer les poissons dans des récipients qui coûtent cher.

– Les bocaux de verre réutilisables :

Ils ont comme avantages d'être moins chers que les boîtes, d'être réutilisables et facilement stérilisables. Mais ils ont aussi des inconvénients : le producteur a du mal à récupérer ses bocaux (un système de consigne est trop difficile à organiser dans certaines régions) ; leur nettoyage est difficile ; le consommateur non averti risque de penser qu'il lui suffit de refermer le bocal pour lui garder sa conservation ; ils sont plus fragiles (casse). Il faut surtout veiller à l'étanchéité de la capsule de fermeture, et donc à l'état du joint.

– Les boîtes métalliques :

Elles sont constituées soit de fer blanc, verni ou non, soit d'aluminium toujours verni. Le sertissage est l'une des étapes les plus délicates du procédé car il doit être parfaitement étanche pour empêcher une recontamination par les bactéries de l'air ambiant. À ce niveau, le contrôle du sertissage doit être très soigneux.

– Les sachets stérilisables en autoclave :

En feuille d'aluminium ou en plastique, ils sont constitués de trois couches : une feuille extérieure en nylon ou polyester résistante ; une feuille intermédiaire d'aluminium imperméable à l'air et à la lumière ; une feuille intérieure de plastique soudable à chaud (polyéthylène). Après thermosoudage, ils sont stérilisés en autoclave.

Ils présentent plusieurs avantages : volume et poids inférieurs à vide, faciles à ouvrir, durée de stérilisation réduite (volume plus faible), aspect commercial intéressant.

Ils ont aussi des inconvénients : plus fragiles que les boîtes métalliques, ils exigent davantage de précautions ; leur coût qui devrait être inférieur à celui des boîtes ne l'est pas ; leur emploi fait appel à des techniques de pointe ; leur remplissage est difficile ; leur fermeture n'est pas toujours très bien faite et le produit se dégrade.

La stérilisation

C'est la deuxième étape critique du procédé. Les boîtes sont placées dans l'autoclave où elles sont chauffées, sous pression, à une température de 115°C pendant environ une heure. Les temps de stérilisation peuvent varier selon la taille de la boîte et la façon dont elles sont remplies.

Il faut aussi prévoir un temps de préchauffage au cours duquel l'intérieur de la boîte est porté à la température désirée ; ce préchauffage est favorisé par la présence dans la boîte d'un liquide assurant la conduction de la chaleur. Cependant, le produit ne doit pas être trop chauffé sinon sa texture et sa valeur nutritionnelle en pâtissent.

Pour parvenir rapidement à cette température supérieure à 100°C, on se sert de systèmes divers ; le plus connu est l'autoclave mettant sous pression de la vapeur d'eau. Après la stérilisation, les boîtes doivent être refroidies rapidement, par exemple en remplissant l'autoclave de liquide froid.

Le contrôle de la qualité est particulièrement important dans le cas de la conserverie. Il est absolument indispensable, non seulement au stade du produit fini, mais aussi tout au long de la fabrication.

Exemple : technique utilisée en Asie du Sud-Est

C'est une conservation à court terme où le poisson est cuit à l'eau ou dans la saumure. En fait, c'est une pasteurisation qui détruit de nombreuses bactéries et ralentit très fortement le démarrage de la décomposition du poisson.

On ajoute souvent du sel dans le produit fini afin d'en prolonger la durée de conservation. Dans les régions trop humides où le séchage est difficile, ce mode de transformation peut permettre d'approvisionner des marchés très éloignés des lieux de pêche, mais il faut pour cela que la cuisson ait été suffisamment longue. Cependant, quelques cas d'intoxication signalés par l'ingestion de poisson cuits à l'eau ont été signalés.

Il faut être vigilant en ce qui concerne l'hygiène lors des manipulations, le dosage convenable du sel et le temps de cuisson.

Le hachis de poisson

Dans les pays en voie de développement, la technologie du poisson haché n'est pas encore très développée car ce procédé nécessite des investissements onéreux, et la consommation de ces produits n'entre pas dans les habitudes alimentaires.

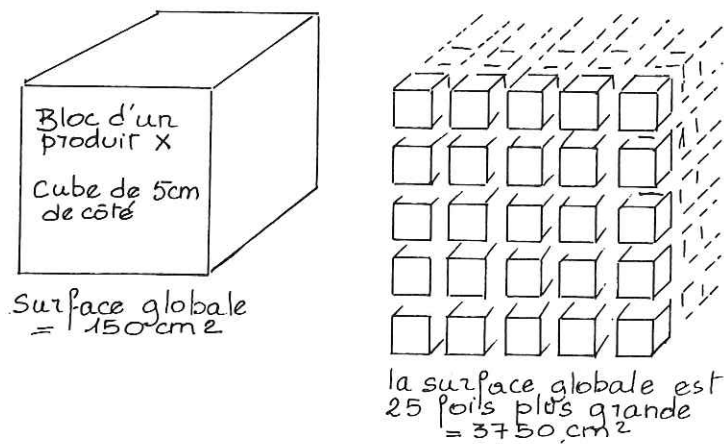
Pourtant la technique paraît simple et peu coûteuse : après lavage et parfois salage, le poisson est fractionné plus ou moins finement ; mais le hachis de poisson est un matériel très fragile car les dégradations peuvent être très importantes. En effet si le hachage est trop intense, le produit résultant aura une consistance caoutchouteuse ou fibreuse et les risques de rancissement seront accrus ; de plus, l'augmentation des surfaces par fractionnement favorise le développement bactérien, d'autant plus important que les poissons utilisés seront abîmés (figure 43 page ci-contre).

Il faut donc tout au long de la chaîne une surveillance constante. Il devra être conservé soit à l'état congelé, soit mis en boîte et stérilisé.

Une application intéressante de ce procédé est le « surimi ». Ce produit nouveau est en fait une adaptation industrielle d'une vieille technique japonaise.

Le hachis de poisson, très finement fractionné, abondamment lavé, malaxé, mélangé à divers adjuvants, servira à la fabrication d'une pâte, au goût neutre, stable et de coloration blanche.

Figure 43 : Exemple d'augmentation des surfaces de contact avec le milieu lors du découpage d'un produit



Il entrera, selon sa fluidité, dans la composition de charcuteries industrielles, de glaces, de pâtisseries, de produits laitiers... Mais sa meilleure valorisation reste le bâtonnet de succédanés de chair de crustacés (crabe, langouste...), que l'on trouve actuellement sur les marchés (21).

(21) Source : CEASM, Le Hyaric J., Prigent P. « Les voies et les moyens de l'amélioration des sardines débarquées à Gabès, dans la perspective d'un processus de transformation industrielle en surimi ». Rapport de mission du 18 au 25 avril 1991.

Introduire des équipements améliorés

•

Étal de vente au détail

•

Atelier de salage et de séchage

•

Magasin d'entreposage

•

Séchoirs

•

Fours et fumoirs

•

Comparaison de plusieurs fours améliorés

•

Le terme de techniques « améliorées » de transformation du poisson doit être employé avec prudence car les méthodes traditionnelles ont évolué et se sont perfectionnées au cours des siècles et continuent à le faire.

Bien souvent, elles sont encore la meilleure façon de transformer le poisson destiné aux marchés locaux. ■

Étal de vente au détail

Les meilleurs lieux de vente au détail sont bien sûr les marchés, lieux de rencontres, où les ménagères peuvent facilement comparer les prix, les discuter et faire toutes leurs courses en un seul point de la ville. Les marchands louent généralement des tables pour exposer leurs articles les uns à côté des autres.

Mais ce poisson, exposé à la température ambiante (généralement forte), risque de se détériorer s'il n'est pas très rapidement vendu. Aussi, des marchands de poisson préfèrent souvent s'installer dans des petites boutiques, situées le plus près possible du marché ou des lieux d'habitation. La meilleure manière est de laisser le poisson enfoui dans la glace, mais les ménagères, désirent voir ce qui est à la vente.

Il faut donc prévoir une table de vente qui pourra être une simple table en bois pourvue d'un petit dispositif d'inclinaison ou une dalle inclinée. L'inclinaison est nécessaire car elle permet le drainage de l'eau de fonte de la glace et facilite l'évacuation des eaux de lavage. La pente ne doit pas être excessive pour que la masse de poisson ne glisse pas.

Comment procéder ? La table ou la dalle est d'abord recouverte de glace cassée en petits morceaux et les poissons sont glissés dans cette couche de glace ; seule la partie supérieure des poissons reste visible afin que les ménagères puissent identifier les produits mis à la vente. Si cela est possible, on peut rajouter sur le dessus un dispositif de fermeture pourvu d'une vitre, qui a le double avantage de conserver le poisson dans une atmosphère humide et fraîche et de réaliser des économies de glace (tout en permettant aux acheteurs de voir la marchandise). De plus, cette vitre protège les poissons des poussières (ce qui est appréciable en saison sèche et par grands vents).

L'utilisation des entrepôts réfrigérés peut paraître une bonne solution, cependant les poissons se dessèchent très facilement et présentent un aspect qui les déprécie et si le thermostat de la pièce n'est pas suffisamment précis (ou mal placé), ils risquent d'être plus ou moins congelés, ce qui donnera de très mauvais résultats au moment de la vente. Si l'on veut utiliser l'entrepôt, il faut en premier lieu placer les poissons dans des boîtes ou caisses remplies de glace et ensuite placer ces boîtes dans la salle réfrigérée à 2°C.

Figure 44 : Bonne utilisation du bac réfrigéré

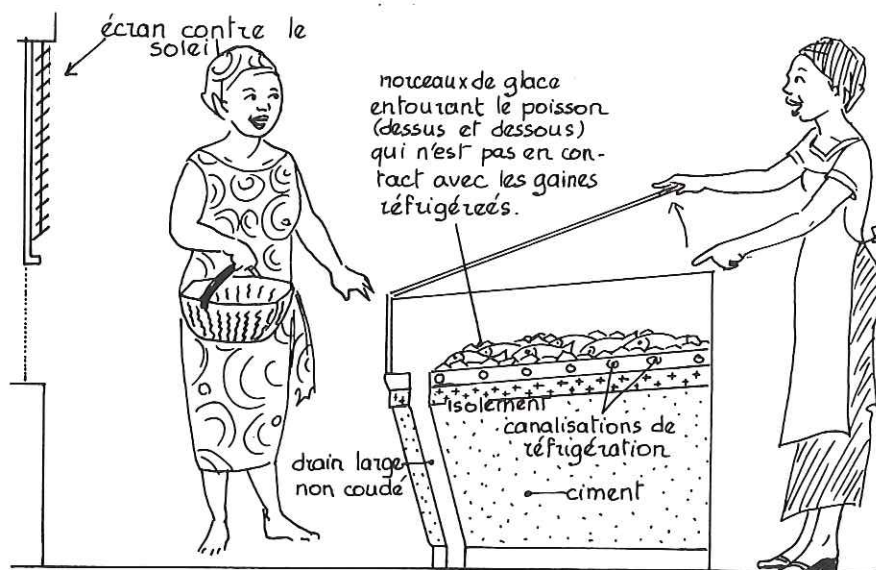
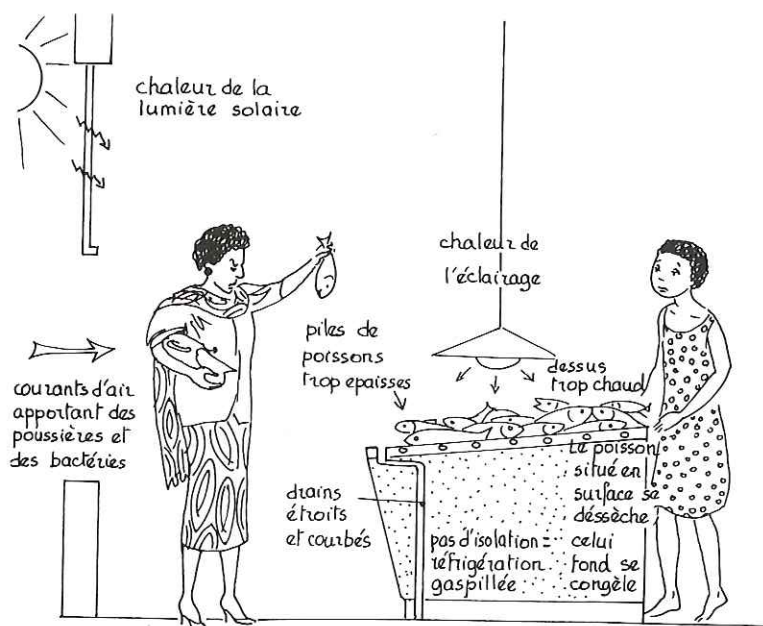


Figure 45 : Mauvaise utilisation du bac réfrigéré



Source : FAO, « Fisheries Report », 1968.

Lors de l'utilisation de ces tables, il faut respecter un certain nombre de règles :

- le poisson doit être entouré de glace et ne doit pas être disposé en trop grande épaisseur (même s'il est placé sur une dalle réfrigérée) ;
- les courants d'air sont néfastes car ils dessèchent le poisson et lui apportent des poussières (saison de grands vents type harmattan) ;
- de même, l'exposition directe au rayonnement solaire le réchauffe et accélère la vitesse de dégradation.

Lors de la construction de la dalle, il faut penser à l'écoulement de l'eau de fonte de la glace ; aussi, une légère pente rendra de grands services (veiller cependant à ce qu'elle soit bien faite). Le drain d'écoulement sera droit et large (car trop fin ou coudé il risque d'être bouché par un petit poisson ou par de gros débris).

Le sol sera fait d'un matériau facile à nettoyer (le béton, réalisable partout, semble être le plus approprié). Ces sols eux aussi construits en pente, seront pourvus de chenaux assez larges orientés vers un collecteur (égout ou fosse septique). Éviter de rejeter les eaux sales et les débris de poisson directement à l'extérieur ; cela attire les mouches, augmente la multiplication bactérienne et en fin de compte contamine les poissons exposés.

Un petit « truc » : les coins entre les murs et le sols, s'ils sont incurvés, sont plus faciles à nettoyer (pas d'accumulation possible de petits débris).

Des petites glacières ou des bacs (réalisés localement : bois et polystyrène) permettent de stocker la glace dans de bonnes conditions.

Si on envisage la vente des produits congelés, les problèmes sont différents. Lorsqu'il est vendu à l'état congelé, le poisson est stocké dans de grands bacs de congélation et maintenu à une température de - 30°C. En fait, la plupart des bacs utilisés maintiennent le poisson à une température de - 18°C ; il se conserve plusieurs mois à cette température, mais un maintien trop long détériore l'aspect et les qualités organoleptiques du produit.

Aussi faut-il veiller à prendre au fond du bac les poissons les plus anciens (même si cela n'est pas toujours aisé), ce qui implique évidemment des emballages étanches correctement étiquetés et datés.

Le chargement des bacs est important car il conditionne la bonne (ou mauvaise) utilisation des produits congelés. En particulier, il faut savoir que tout ce qui est en surface a tendance à se réchauffer plus vite que ce qui est situé au milieu du bac et donc à se détériorer plus rapidement ; ainsi il faut éviter de dépasser la ligne de charge.

Figure 46 : Utilisation correcte d'un coffre de congélation

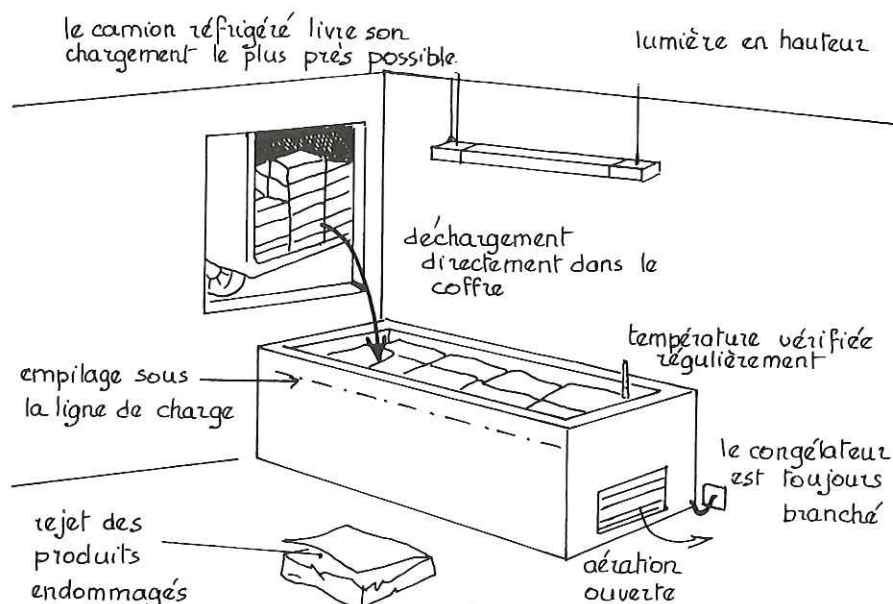
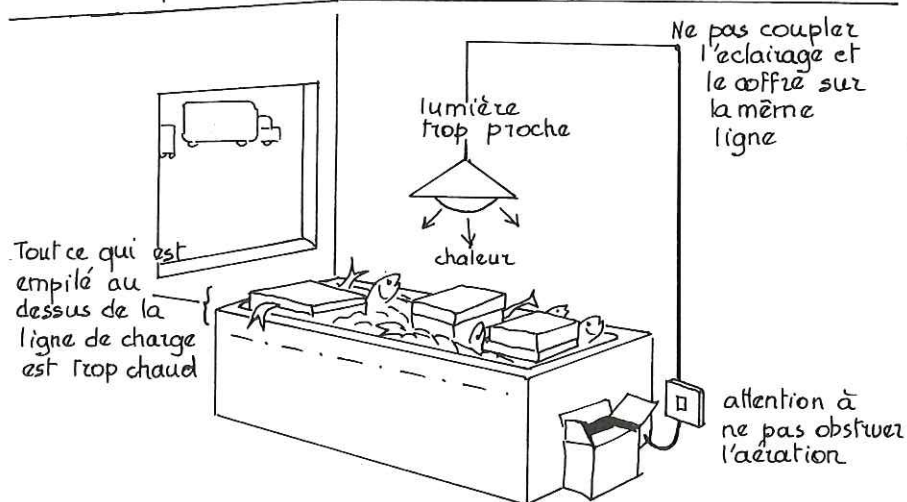


Figure 47 : Mauvaise utilisation d'un coffre de congélation

Le camion réfrigéré ne peut pas accéder près du local et les produits arrivent trop chauds

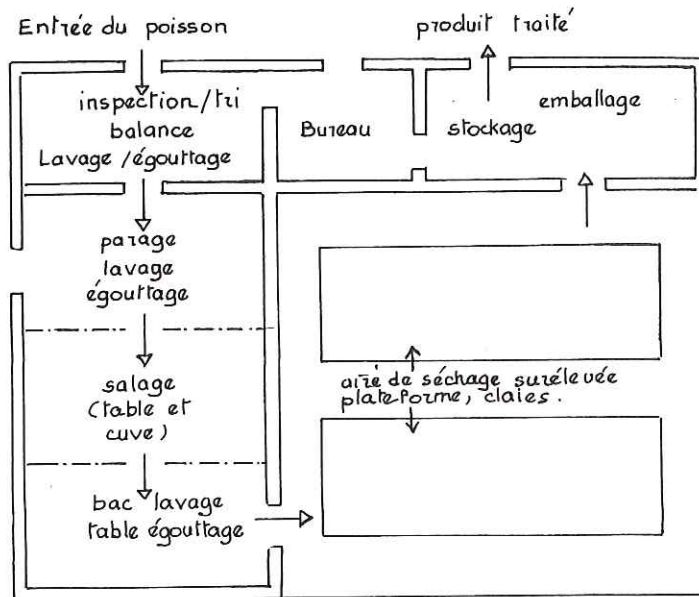


Source : Torrey Research Station, « Advisory Note n° 12 ».

Il faut aussi savoir que ce bac à -18°C est un coffre de stockage et non pas un coffre de congélation. Cependant, on l'utilise parfois pour congeler, il faut alors surveiller la température (chaque fois que l'on place du poisson frais, la température interne du bac augmente) et veiller à ne congeler que de petites quantités à la fois. Lorsque le poisson congelé est vendu à l'état décongelé, il est traité comme du poisson frais.

Atelier de salage et de séchage

Figure 48 : Plan-type d'un atelier pour le salage et le séchage naturel du poisson
(source : Dossier technique n°3 - Série technologie, CTA, BIT, 1991)



- 1 = aire de réception du poisson ; 2 = aire de traitement
- 3 = aire de séchage (toujours ouverte au vent)
- 4 = aire de post-traitement : emballage - stockage

Ce plan (figure 48) est indicatif car les dimensions de l'atelier dépendent de la quantité de poisson à traiter et de la durée du traitement. Avant toute installation, il faut pouvoir répondre précisément à certaines questions essentielles :

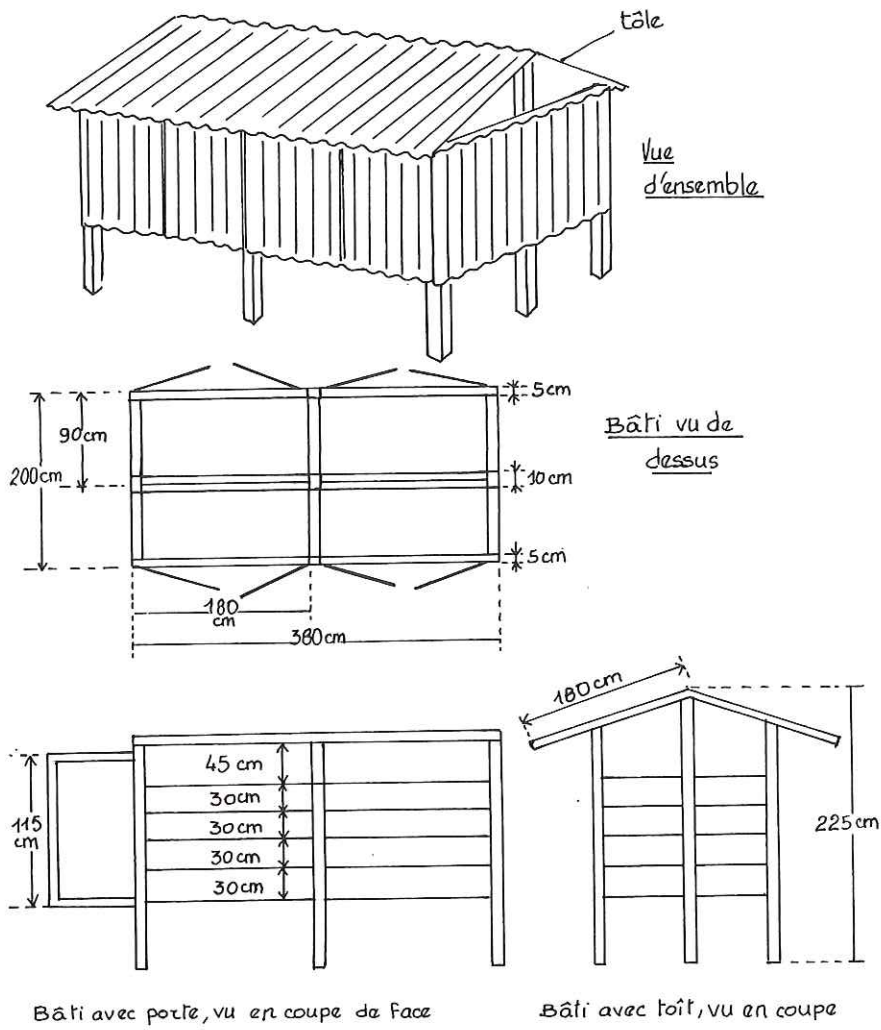
- peut-on espérer recevoir tout au long de l'année la même quantité de poisson d'une manière régulière ? N'y aura-t-il pas une baisse importante de l'approvisionnement au cours de certaines saisons ?
- quelles seront les conditions climatiques ?
- quel sera le procédé de salage adopté ? (il dépend beaucoup des habitudes alimentaires locales et des conditions climatiques de la région). Il faut prévoir que si la durée du traitement est longue, les bâtiments devront être plus spacieux et les cuves plus nombreuses. À titre d'indication : une cuve de 2 m³ peut contenir une tonne de poisson ;
- quel sera le procédé de séchage choisi ? Combien de temps faudra-t-il pour que le poisson atteigne la teneur en eau désirée ? Dans ce cas aussi, plus le temps de séchage est long, plus la salle devra être spacieuse. À titre indicatif : une salle de 100 m² peut contenir une tonne de poisson humide. Pour un séchage et (ou) un fumage artificiel, la même salle pourra contenir de 600 à 800 kg de poisson.

Si on ne peut pas réaliser une étude précise des besoins réels, on peut faire la recommandation suivante : après calcul de la superficie minimale correspondant à une quantité moyenne de poisson à traiter, on multiplie par deux ou trois cette surface afin d'avoir une installation assez vaste pour absorber facilement une éventuelle extension.

Magasin d'entreposage

Voir la figure 49 page ci-contre (d'après le document technique n° 104 de la FAO : « Équipements et méthodes permettant d'améliorer le fumage-séchage du poisson sous les tropiques »).

**Figure 49 : Plan type d'un magasin d'entreposage
pour une tonne de poisson fumé-séché**



Séchoirs

Le séchage traditionnel s'effectue, comme on l'a vu dans les chapitres précédents, soit à même le sol, soit sur des claies surélevées. Mais, dans les pays tropicaux humides, la chaleur ou l'humidité sont trop souvent fortes et le séchage à l'air libre n'est pas toujours facile. Il faut donc parfois avoir recours à des techniques plus complexes pour obtenir un produit de meilleure qualité.

Dans ces séchoirs « artificiels » appelés parfois « améliorés », le taux d'humidité de l'air est diminué par chauffage, soit par l'énergie solaire, soit par d'autres sources d'énergie (bois, charbon, pétrole, électricité...). Par exemple, pour une atmosphère contenant 80 % d'humidité, l'augmentation de température de 35°C à 50°C, provoque une diminution d'humidité qui descend à 30 %.

Selon la source d'énergie utilisée, on distingue deux grands types de séchoirs :

- les séchoirs solaires ;
- les séchoirs utilisant d'autres sources d'énergie.

LES SÉCHOIRS SOLAIRES

Les pays en développement sont de plus en plus confrontés à la pénurie des sources traditionnelles d'énergie, et plus particulièrement le bois, utilisé en grandes quantités pour la transformation du poisson. Le séchage solaire semble donc être une excellente solution. Les séchoirs solaires paraissent présenter de nombreux avantages pour le séchage du poisson dans les zones tropicales puisqu'il ne demande pas de combustible (le soleil est toujours là) ; sa construction est simple et son entretien facile.

Et pourtant, de nombreux projets, après un début prometteur, se sont soldés par un échec : les transformatrices, après avoir été très intéressées par ce procédé, sont peu à peu revenues à leurs techniques traditionnelles. Ils présentent encore de grandes incertitudes quant à leurs performances réelles, techniques et économiques.

Des séchoirs qui se sont révélés efficaces pour le séchage d'autres produits (comme les fruits, les légumes, le riz, les céréales) ne conviennent pas nécessairement au séchage du poisson. Pourquoi cela ? Tout d'abord le poisson est une denrée fragile très sensible aux altérations, il faut notamment que le séchage soit rapide... mais pas trop.

Ensuite, on ne peut pas, comme c'est le cas pour les fruits et légumes, découper le poisson en fines lamelles, car les consommateurs veulent le retrouver dans sa forme originale. Seuls les gros poissons peuvent être vendus sous une forme fractionnée. Ainsi, les problèmes de déshydratation sont plus difficiles à mener et lorsque le séchage est trop rapide, le risque de formation d'une croûte qui empêche la sortie de l'eau se pose alors de manière aiguë.

En effet, à l'intérieur des séchoirs solaires, la circulation de l'air est presque inexistante et les températures sont souvent trop élevées. Sans ventilateur pour accélérer les mouvements d'air et modifier ainsi la température, les séchoirs solaires risquent alors de ne pas être adaptés ; cela est surtout valable pour la phase initiale du séchage, particulièrement importante, qui doit être lente. En revanche, pour améliorer la qualité du produit et notamment éviter les détériorations par les insectes, un séchage final peut être envisagé à l'aide d'un séchoir solaire.

Quelques séchoirs solaires utilisables pour le poisson sont présentés plus loin. Ces informations sont issues des résultats d'expérimentations réalisées dans un certain nombre de pays ; les données climatiques indiquées sont celles où l'expérimentation a été conduite. Cela ne signifie pas pour autant que ces séchoirs soient inutilisables dans des conditions différentes.

La boîte de séchage

C'est le modèle le plus simple.

– Principe :

Le séchage est direct, c'est-à-dire que le soleil agit directement sur l'air entourant le poisson mis à sécher.

– Données climatiques :

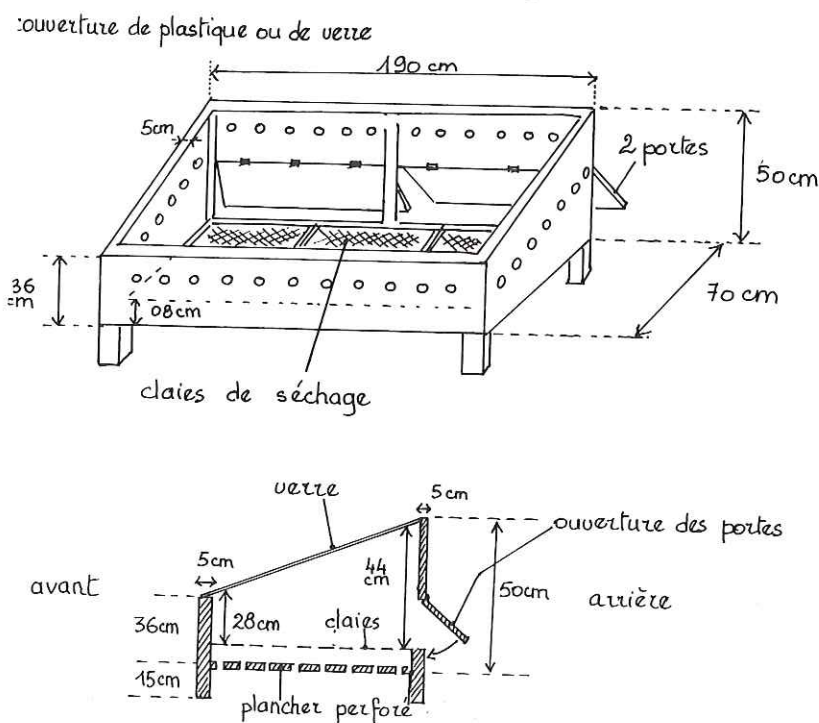
- 400 heures d'ensoleillement par an (Inde, Kanpur) ;
- 30 journées sans soleil par an ;
- T Maxi : 45°C ; mini : 10°C.

– Description :

C'est une boîte rectangulaire de $0,7\text{m}^2$ à $0,8\text{m}^2$ de surface de séchage. Le dessus de la boîte est légèrement incliné et fermé par une vitre ou un plastique transparent. L'air y pénètre par des orifices percés dans le fond du caisson et s'échappe par des trous situés en partie haute de chaque côté. Les parois sont isolées avec la laine de verre ou avec des matériaux de récupération, et peintes en noir à l'extérieur, ce qui augmente l'absorption de la chaleur solaire.

– Construction et caractéristiques :

Figure 50 : Boîte de séchage



Le coffre est réalisé avec des matériaux locaux (bois généralement) mais on peut aussi utiliser le contre-plaqué, la vannerie, ou même pour le modèle fixe, de l'adobe, des briques ou du ciment. Quel que soit le modèle, la longueur est

environ trois fois plus grande que la largeur (pour éviter les ombres dans l'enceinte).

Les dimensions les plus courantes sont les suivantes : 180 cm de long, 60 cm de large, 87 cm de haut (pour le côté le plus haut), 17 cm pour le côté le plus bas. Ainsi la couverture transparente (une seule épaisseur), réalisée selon les cas en verre ou en matière plastique, est légèrement inclinée afin de mieux être exposée aux rayonnements solaires.

On peut poser côte à côte sur le fond trois claies de séchage d'environ 60 x 40 cm de côté. L'arrière de la boîte est pourvue de deux portes qui permettent d'augmenter la circulation de l'air et de diminuer la température lorsque celle-ci devient trop forte. Le fond et les quatre parois verticales sont percés de trous. Le nombre de trous de ventilation dépend des conditions climatiques locales : il faut percer autant de trous que nécessaire tant qu'il apparaît de la condensation à l'intérieur du séchoir, car celle-ci est un indicateur de la mauvaise ventilation.

– Coût :

Il est peu élevé puisqu'on utilise des matériaux disponibles localement, que seule la feuille de plastique doit être achetée et que la surface de la couverture plastique est réduite (0,8 m²) environ.

– Durée de vie :

Elle est théoriquement de dix ans en ce qui concerne la boîte mais, en pratique, il faut prévoir le changement de la couverture plastique tous les deux ans, car l'action du soleil le rend cassant.

– Données sur le séchage :

- il ne doit pas y avoir de condensation à l'intérieur du séchoir car c'est le signe d'une trop grande humidité (et donc d'un mauvais séchage). En fin de séchage, la teneur en eau du poisson doit être de 20 % à 25 % ;
- la température moyenne à l'intérieur du séchoir est de 40 à 50°C. Lorsqu'elle devient trop forte, on ouvre les portes situées sur le panneau arrière pour augmenter la circulation d'air ;
- la durée du séchage est d'environ 36 heures ;
- la capacité de chargement est d'environ 5 kg de poisson frais.

– Avantages :

Le coût peu élevé, grâce à l'utilisation de matériaux locaux, en fait un matériel facilement réalisable par les petits paysans et les pêcheurs.

C'est un matériel solide qui pallie les variations de température ou d'hygrométrie. Il est d'un entretien facile et constitue une bonne protection contre les insectes.

– Inconvénients :

Tout d'abord, sa petite capacité limite son utilisation à l'usage domestique. Ensuite, la convection naturelle est insuffisante et l'air circule mal. On a donc soit un séchage assez lent (lorsque la température est correcte), soit un risque de surchauffe qui occasionne la formation d'une croûte et qui ralentit considérablement l'opération et donne un produit de moins bonne qualité (rancissement à l'intérieur du poisson, surtout si ce dernier est gras). Il est donc indispensable de contrôler la température en cours d'utilisation.

En fait, ce séchoir est plus rentable pour terminer un séchage commencé sur claies.

Ce sont surtout les petits paysans et leur famille qui les utilisent quotidiennement, mais beaucoup préfèrent la tente solaire d'une plus grande capacité (décrite plus loin).

– Renseignements :

L'expérimentation a été très large et principalement réalisée en Syrie, Indes, Île Barbade, Sénégal, etc., par l'Institut Brace et l'ITA de Dakar.

Complément d'information :

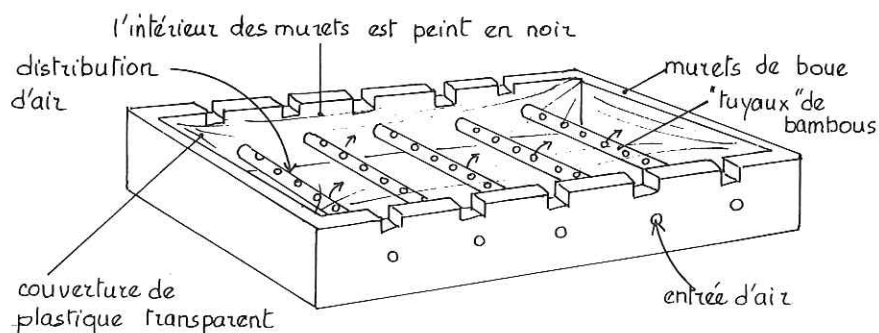
- Institut de Recherches Brace, BP 900, Sainte-Anne de Bellevue, Québec X9X 1C0, Canada.
- ITA, Dakar, Sénégal.

– Autres modèles :

(source : Fisheries technologies for developing countries, National Academy Press Washington, D.C. 1988).

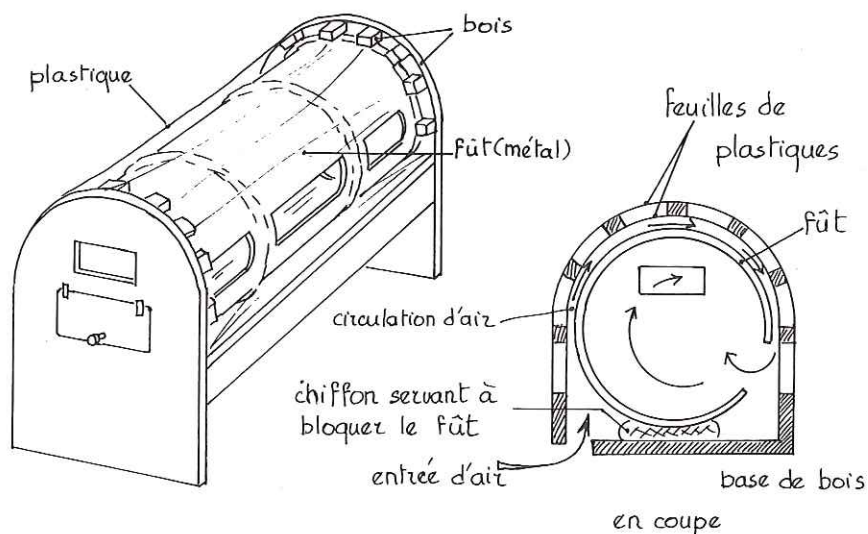
Une boîte de séchage a été réalisée en Tanzanie à partir de boue maniée. Un mur rectangulaire est fabriqué avec de la boue modelée à la main. Des trous sont pratiqués dans les murs pour l'entrée et la sortie de l'air. Lorsque la boue est sèche, on place des tubes de bambous à l'intérieur de l'ensemble. Ces tubes de bambous placés tous les 50 cm sont creux (il ne faut pas oublier de détruire la cloison située à chaque noeud) et percés de trous qui permettent la circulation de l'air dans le séchoir (figure 51 page ci-contre).

Sur ces bambous, trois claies sont placées côte à côte. Les murs intérieurs et le fond sont recouverts de boue mêlée à du charbon (fond noir capteur de

Figure 51 : Boîte de séchage aux Philippines

chaleur). On peut aussi poser une couche de pierres ou de briques peintes en noir pour augmenter l'accumulation de chaleur. Le toit est constitué d'un film de plastique transparent.

Un autre petit séchoir d'une conception un peu différente, peut être réalisé à partir d'un fût métallique (figure 52).

Figure 52 : Séchoir solaire réalisé à partir d'un fût

Les fonds du tonneau métallique sont enlevés et le fût est monté sur une charpente en bois dans laquelle sont pratiquées des fenêtres permettant la circulation d'air et l'accès à l'intérieur du fût.

Deux feuilles de plastique sont tendues sur cette armature de bois (cette double épaisseur permet une plus grande accumulation de chaleur). Pour augmenter cette accumulation, l'extérieur du four peut être peint en noir. L'air froid entre par la base de l'ensemble, se réchauffe en passant entre le fût et les feuilles de plastique, puis pénètre à l'intérieur du séchoir (où est placé les poissons à sécher). Après avoir circulé entre les claies, il ressort de l'ensemble fût/support par les petites fenêtres pratiquées dans les montants latéraux.

La tente solaire

– Principe :

C'est aussi un séchage direct, mais la capacité de séchage est plus grande.

– Données climatiques :

Ce sont celles du Sénégal, où ont été réalisés les essais : humidité relativement faible, température élevée.

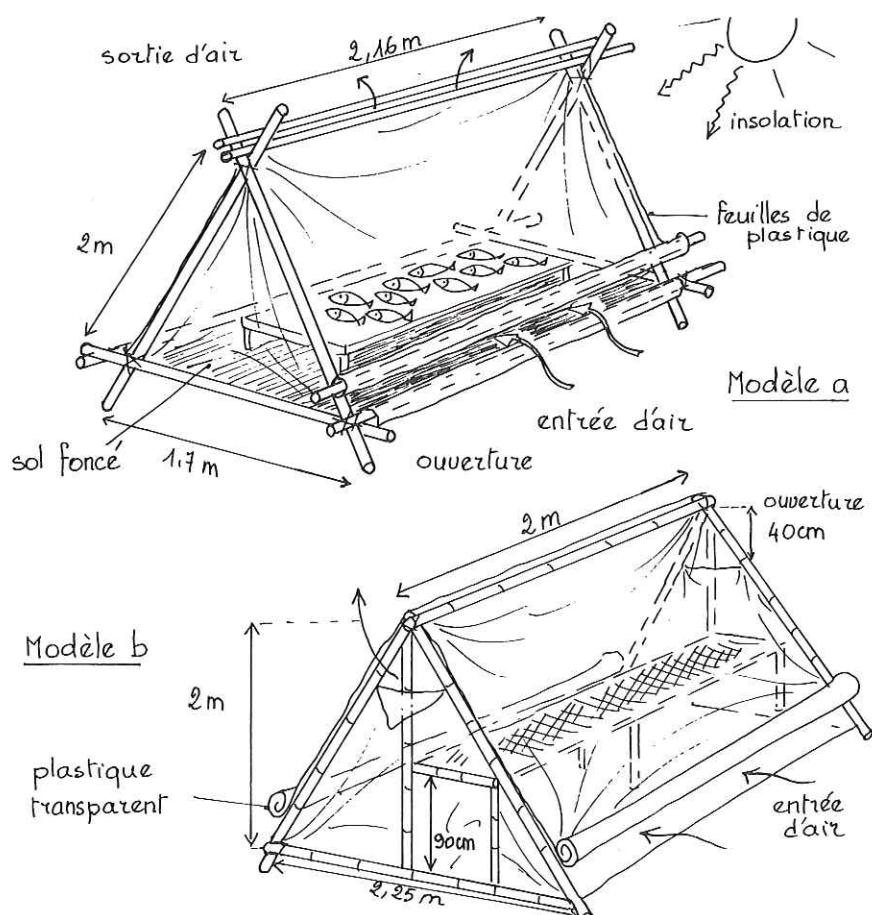
– Description :

Le séchoir a la forme d'une tente canadienne avec une ossature en bois ou en métal. Les faces est, sud, ouest sont en polyéthylène transparent (épaisseur 150 microns) et la face nord ainsi que le plancher sont en polyéthylène noir. Dans certains cas, seul le plancher est en polyéthylène noir. La convection naturelle de l'air dans la tente est assurée par des entrées situées dans la partie inférieure (face sud seulement pour le modèle a) et des sorties dans la partie supérieure (voir les figures 53 a et 53 b, page ci-contre).

– Construction et caractéristiques :

Elle est aussi très simple puisqu'on utilise pour les montants des pièces de bois que l'on trouve localement, ou des bambous, sur lesquels le film de plastique est solidement fixé. Les dimensions varient selon les modèles et la quantité de poisson à sécher. Le modèle b présenté ici contient une fois et demi plus de poisson que le modèle a.

Figures 53 a et 53 b : Tente solaire



La surface de séchage est de 2 à 4 m², celle de captation solaire est d'environ 7 m². Les plastiques utilisés sont de deux sortes : le polyéthylène transparent qui laisse passer le rayonnement solaire est fin (150 microns) et le polyéthylène noir qui sert de capteur est plus épais (350 microns).

Les claies de séchage sont disposées à environ 0,60 m (modèle a) ou 0,90 m (modèle b) du sol.

Les dimensions sont les suivantes :

- modèle a : 2 m de haut x 1,7 m de large x 2,16 m de long ;
- modèle b : 2 m de haut x 2,5 m de large x 2 m de long.

– Coût :

Il dépend surtout du prix du polyéthylène car la surface est grande et le plastique, parfois difficile à trouver, est onéreux.

– Durée de vie :

Elle est assez courte, car il faut changer la couverture transparente chaque année. Elle devient en effet cassante sous l'action du soleil et les vents parfois violents la déchire.

– Données sur le séchage :

- la capacité est de 25 à 40 kg de poisson frais selon les modèles ;
- le séchage s'effectue en 2 jours pour une teneur finale en eau de 25 % ;
- la température dans le séchoir est très variable ; elle est en moyenne de 50°C mais peut monter jusqu'à 70°C - 75°C quand l'ensoleillement est fort.

Le réglage de la température interne, la vitesse de l'air et l'humidité peuvent être modifiés par l'orientation de la tente elle-même (plus ou moins perpendiculaire aux rayons du soleil). Il suffit d'ouvrir plus ou moins l'angle au sommet lors du montage de la tente, ou d'augmenter le nombre et la largeur des ouvertures d'admission et de sortie d'air ; mais le réglage de la température est difficile.

– Avantages :

Le séchage sous tente constitue une amélioration appréciable par rapport au séchage traditionnel car il permet le séchage rapide du poisson, même lorsque l'humidité de l'air reste élevée. De plus, il limite considérablement l'infestation par les insectes.

Dans les régions où l'on peut se procurer du polyéthylène à bas prix, le séchoir ne coûte pas très cher et sa construction facile permet un remplacement rapide en cas de destruction (vents, etc.).

– Inconvénients :

La température et l'humidité sont rarement correctes.

Trop chaud et trop sec : il est difficile, sinon impossible, de contrôler la température à l'intérieur de la tente. Elle peut en effet atteindre 70°C et le poisson est cuit avant d'être séché. En revanche, par vents forts, la température ne peut s'élever au-dessus de 37°C, ce qui est insuffisant pour un bon séchage.

Trop froid trop humide : en saison humide, les résultats ne sont pas satisfai-

sants en raison de température trop basse dans le séchoir, du flux d'air insuffisant et surtout de l'humidité relative voisine de 100 % ; en conséquence, le séchage est trop lent, et le poisson se détériore avant d'être sec. La nuit, les différences de température produisent une condensation sur les parois intérieures de la tente qui réhumidifie le poisson.

Trop fragile : ce séchoir n'est pas adapté à une petite production car des manipulations trop fréquentes le détériorent rapidement (l'ouverture et la fermeture se font en relevant ou en abaissant la feuille de polyéthylène située sur le devant, et elle finit par se détériorer très vite; parfois une porte est prévue pour cet usage).

La durée de vie du polyéthylène est relativement faible et il faut le remplacer après six à douze mois d'utilisation. De plus, la structure légère de la tente et la fragilité du polyéthylène en font un appareil qui ne supporte pas les vents de tempête (le séchoir peut être complètement détruit).

– Renseignements :

Les expérimentations ont été menées au Sénégal, au Bangladesh, en Nouvelle Guinée, en Australie et en Thaïlande.

Compléments d'information :

- ITA, BP 2765, Dakar-Hann, Sénégal.
- Fisheries Research Department of Primary Industry, Kavieng, Nex Ireland Province, Papua New Guinea.
- CERER, BP 476, Dakar-Hann, Sénégal.

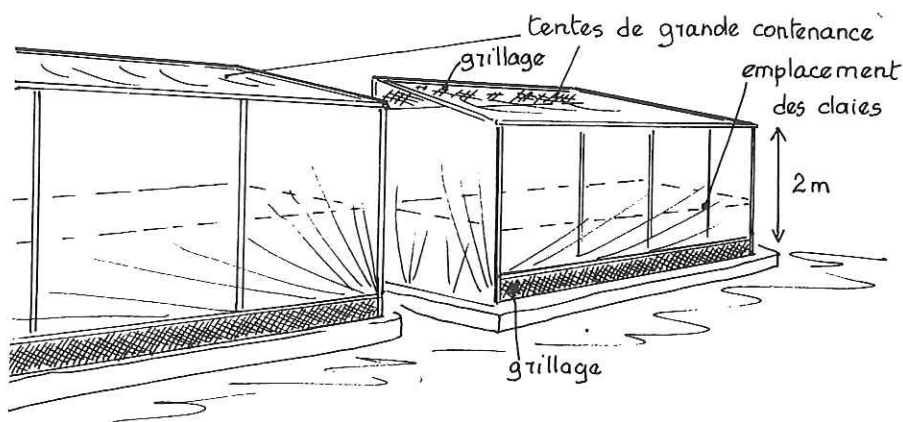
Les séchoirs case

La technique repose sur le même principe que la tente solaire. On trouve trois formes de séchoirs case : cubique, cylindrique et trapézoïdal.

• De forme cubique

Il a été expérimenté à l'ITA de Dakar : il est beaucoup plus grand et permet à une personne d'entrer pour manipuler les poissons. Il est utilisé pour sécher les poissons mais aussi pour les stocker et les désinsectiser. Voir figure 54 p 186.

L'armature en bois peut être encastrée dans une dalle cimentée. La face absorbante est confectionnée avec du polyéthylène noir, le reste de la tente est en polyéthylène clair. La porte d'accès est située sur une des faces longitudinales. Des ouvertures grillagées permettent la circulation de l'air. La sortie de l'air est située sur la face absorbante et une bache en polyéthylène peut se

Figure 54 : Grandes tentes solaires en polyéthylène (Joal)

rabattre sur l'ouverture grillagée afin d'empêcher l'entrée de la pluie, l'humidité nocturne ou le passage du vent lors d'une tornade.

Les dimensions de la case sont les suivantes : hauteur 2,50 m, longueur 6 m, largeur 3 m. La pente du toit du séchoir doit être calculée pour qu'en saison des pluies, l'eau ne stagne pas et s'écoule facilement.

Les avantages sont nombreux. La grande capacité de la tente permet de sécher plus rapidement et en une seule fois jusqu'à 500 kg de poisson. De plus, le poisson séché est de bonne qualité et protégé des insectes. Pour les transformatrices, le travail est moins pénible car elles peuvent se déplacer facilement à l'intérieur de la tente lorsqu'elles disposent les poissons sur les claies.

Mais les inconvénients de ce type de séchage existent toujours.

Le travail de manipulation à l'intérieur du séchoir reste pénible à cause de la chaleur (50°C) qui y règne. Le contrôle de la température à l'intérieur du séchoir est très difficile à réaliser et il y a des risques de surchauffe qui peuvent entraîner la cuisson du poisson. La disposition des claies pose parfois des problèmes et notamment, il ne faut pas superposer deux claies car les poissons de la claie supérieure gouttent sur ceux de la claie inférieure ; l'eau tombe sur le sol et réhumidifie l'air ambiant. Le polyéthylène est assez fragile et au bout d'un an, il devient opaque et cassant, et comme pour la tente précédente, les vents violents le détériore vite. La surface de polyéthylène est importante et son remplacement coûte cher.

Comment utiliser au mieux ce type de séchoir ?

Dans la plupart des cas, sans ventilateurs, les séchoirs solaires de ce type ne donnent pas vraiment de meilleurs résultats qu'un séchage par les procédés traditionnels à l'air libre, pendant la phase de séchage initial (mis à part le problème des attaques par les insectes qu'il convient de surveiller).

En revanche, ils peuvent être très utiles pour les derniers stades de séchage ou pour chauffer du poisson déjà sec, car, dans ces deux cas, le contrôle de la température est moins important et n'affecte pas la qualité du produit fini.

Certains utilisent donc ces deux types de séchoirs pour désinsectiser le poisson sec infesté en le maintenant un dizaine d'heures à 65°C - 70°C afin de détruire les larves de coléoptères et de mouches. D'autres se servent de ces tentes pour stocker à la chaleur le poisson séché. On peut conseiller d'isoler ce type de séchoir du sol par une surélévation de béton ou d'argile.

- De forme cylindrique

À Aden (Yémen), une maison solaire d'une très grande capacité a été conçue. Elle peut recevoir une tonne de poisson. Ses dimensions en font un séchoir de grande taille : hauteur 2 m, largeur 4,5 m, longueur 7,6 m.

Là aussi, des grillages permettent l'entrée et la sortie de l'air. Une porte est située sur le devant du séchoir. Elle peut recevoir une tonne de poisson et en fin de séchage le poisson traité a un taux d'humidité de 20 à 25 %.

Voir figure 55, page suivante.

- De forme trapézoïdale

Un séchoir de dimension plus modeste a été construit aux Philippines. Ce séchoir peut contenir jusqu'à 200 kg de poisson frais. L'ossature de forme trapézoïdale, constituée de bois ou d'aluminium, est recouverte d'un film de polyacétate. Comme tous les autres séchoirs solaires, l'intérieur est peint en noir. Ce séchoir, pourvu de deux portes situées sur les deux grands côtés, peut contenir jusqu'à quatorze claies de 114 cm sur 53 cm. Un filet de nylon à mailles serrées est tendu sur le fond du séchoir. Souvent le haut du « mur » le plus élevé est pourvu d'ouvertures grillagées (filet de nylon). Voir figure 56, page 188.

La zone de séchage est située en hauteur et lorsque l'ensoleillement est trop faible, un petit fourneau, situé sous le dispositif, peut lui apporter un supplément de chaleur. L'apport d'air chaud est réglé par un obturateur qui ne laisse pas passer la fumée. Renseignements : Fisheries Technologies for Developing Countries, National Academy Press, Washington D.C., USA.

Figure 55 : Tente cylindrique à Aden

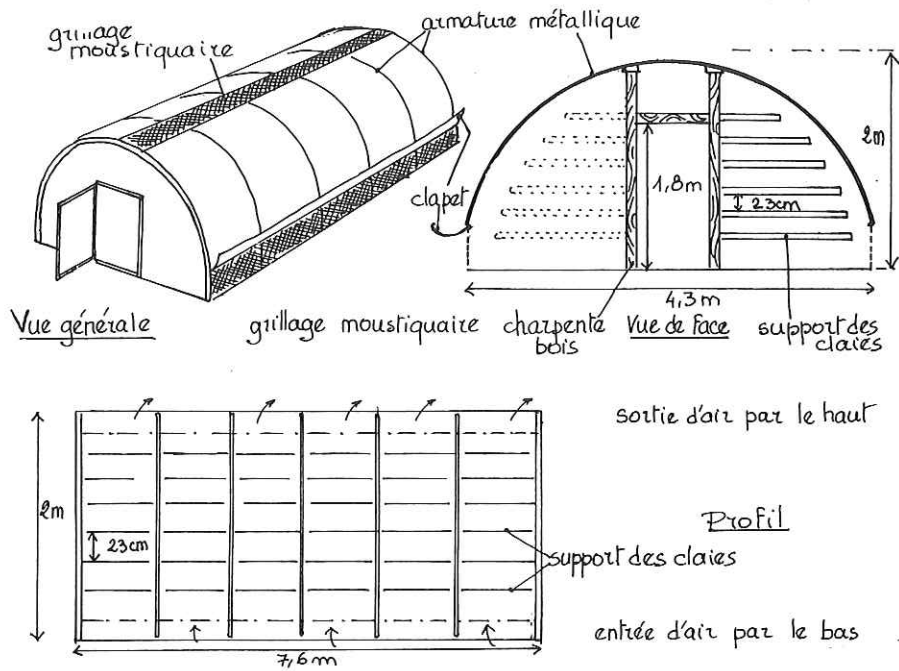
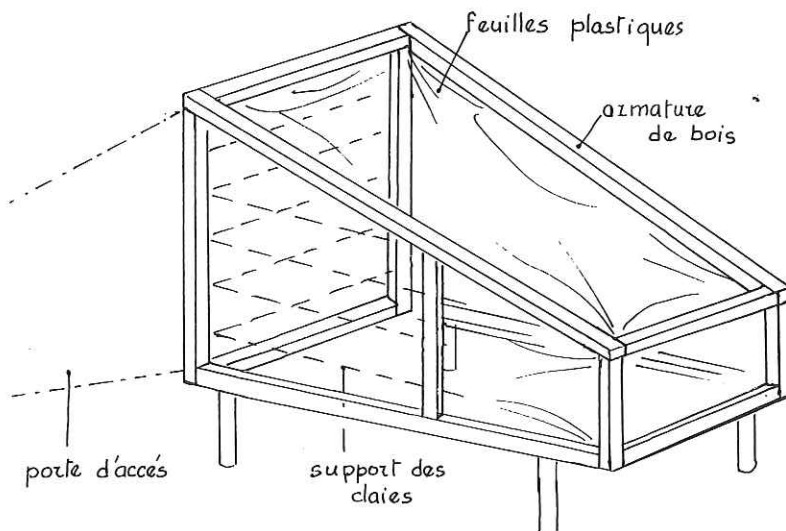


Figure 56 : Tente trapézoïdale



Le séchoir à séchage indirect

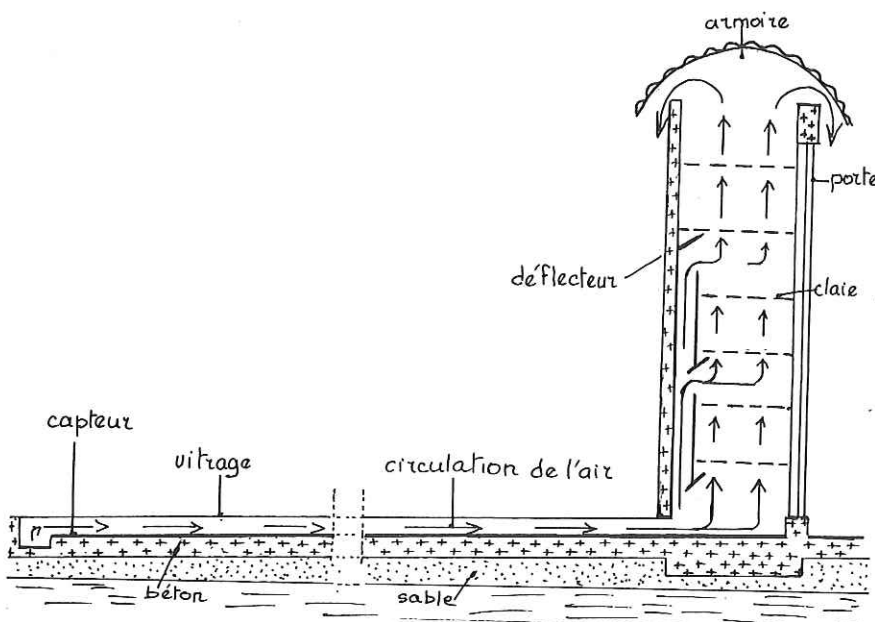
Principe : Le séchage est indirect, c'est-à-dire que l'action du soleil passe par l'intermédiaire d'un capteur plus ou moins sophistiqué selon les modèles, qui réchauffe l'air ; ce dernier est ensuite envoyé dans la zone de séchage par un système de ventilation naturelle ou artificielle (ventilateur).

- Séchoir armoire connecté à un collecteur solaire

– Description :

L'air circule tout d'abord dans un collecteur solaire qui est raccordé au séchoir ; l'armoire de séchage, plus ou moins spacieuse selon les modèles, contient les claies de séchage.

Figure 57 : Séchoir armoire connecté à un collecteur solaire



– Construction et caractéristiques :

L'armoire de séchage est faite de bois ou de contre-plaqué et est située à une distance d'environ 60 à 70 cm du sol. De forme rectangulaire, ses dimensions dépendent du nombre de claies. Un écart de 20-23 cm doit être prévu entre chaque claie. La hauteur de l'armoire est d'environ 1,50 m ; la largeur et l'épaisseur dépendent des dimensions des claies.

Il est important de prévoir une zone de circulation de l'air. Deux portes sont situées sur le panneau arrière et permettent le chargement des claies. Une petite porte horizontale située en haut du panneau arrière et pourvue d'un grillage permet l'évacuation de l'air chaud.

L'entrée d'air se fait par le collecteur qui a la forme d'une boîte plate de forme trapézoïdale. Le panneau du fond est épais, celui du dessus est constitué d'une double épaisseur de matériel transparent (verre ou plastique), le panneau situé à l'avant est protégé par un grillage moustiquaire qui limite les infestations d'insectes et l'entrée des poussières. La largeur du collecteur dépend bien sûr de celle de l'armoire. Dans le collecteur est disposée une plaque de tôle ondulée peinte en noir qui permet l'accumulation de chaleur. L'air circule, par convection naturelle, autour de cette tôle métallique, devient chaud et passe entre les étagères supportant les claies. L'angle optimum d'orientation est déterminé par l'expérience.

De nombreuses adaptations sont possibles. Dans certains cas, lorsque l'ensoleillement est trop faible, un petit dispositif de chauffage lui est annexé.

– Données sur le séchage :

On peut traiter en une fois 25 kg de poisson. La température à l'intérieur du séchoir est d'environ 50°C et le séchage peut être effectué en deux à trois jours.

– Avantages :

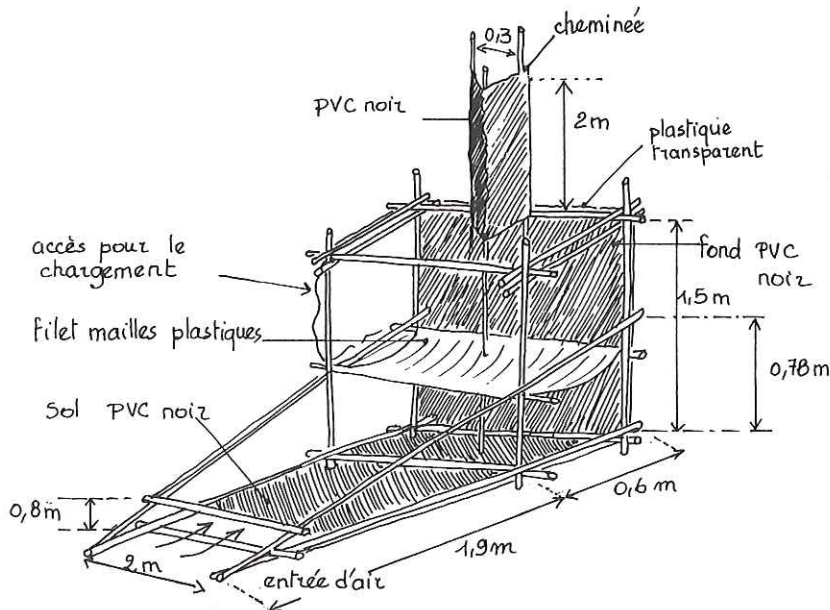
C'est un séchoir qui peut être construit localement ; le chargement des claies est facile et le poisson traité est de bonne qualité.

– Inconvénients :

La convection naturelle ne suffit pas toujours et le séchage est difficile ; de plus, lorsque l'ensoleillement est insuffisant, la température reste faible.

Un modèle très simple constitué de bambou (ossature) et de feuilles de PVC (noir et transparent) est figuré ci-contre (figure 58).

Figure 58 : Séchoir solaire de bambou



– Renseignements :

Fisheries Technologies for Developing Countries, National Academy Press Washington, D.C. USA).

• Sesol 1.20

Ce type de séchoir a été expérimenté au Sénégal par le CERER.

– Description :

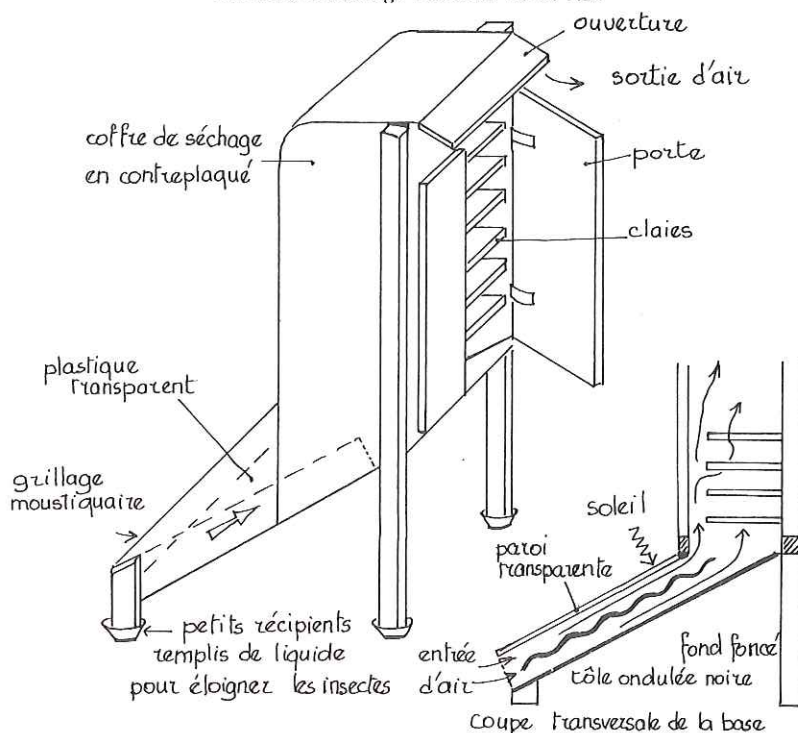
Ce séchoir est du même type que le précédent. Il est constitué de deux éléments distincts : un capteur plan solaire où l'air circule et est réchauffé par le rayonnement solaire (mais ici la circulation de l'air est activée par un ventilateur) et une armoire de séchage isolée thermiquement où sont disposées des claies de séchage pour les poissons.

– Construction et caractéristiques :

La construction, du même type que le cas précédent, est complexe et doit être faite par des professionnels, car elle nécessite un savoir faire précis.

Le terrain doit être plat et légèrement incliné ; la mise en place des capteurs et la construction des armoires demandent un savoir-faire technique spécifique. Voir figure 59 ci-dessous.

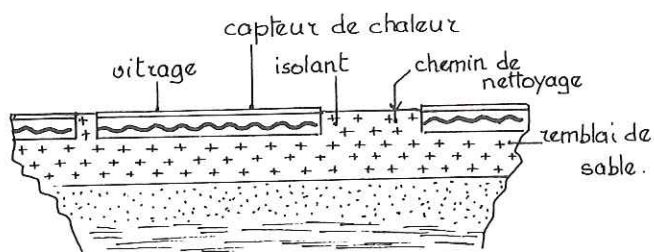
Figure 59 :
Armoire de séchage : Séchoir Sésol 1.20



L'ensemble (armoire et capteur) est fixe et repose sur une dalle de béton cellulaire reposant sur du sable. L'armoire de séchage est construite en « dur » (généralement en béton), le placement des claies se fait par une porte située à l'arrière.

Les capteurs sont inclus dans le béton, un absorbeur peint en noir accumule la chaleur, l'air se déplace entre le capteur, fait de tôle d'aluminium peinte en noir, et le vitrage de protection ; leur surface utile est de 20 m^2 (formée de quatre travées de $0,76 \times 6,50 \text{ m}$). Il faut prévoir, entre chaque série de capteurs, des travées de circulation afin de pouvoir nettoyer ou réparer les surfaces vitrées. Voir figure 60, page ci-contre.

L'air circule par ventilation forcée (débit de l'ordre de $1200 \text{ m}^3/\text{h}$) et gagne l'armoire de séchage où sont disposées les claies. Des petits déflecteurs, placés

Figure 60 : Coupe transversale du capteur solaire Sesol 1.20

à l'intérieur de l'armoire de séchage, permettent une meilleure répartition de l'air chaud. L'entrée d'air s'effectue par les capteurs, la sortie par un espace prévu entre la toiture en tôle et les murs de l'armoire.

– Coût :

Il est élevé et doit être justifié par une commercialisation régulière et optimale. Seule une coopérative peut justifier un tel investissement.

– Données sur le séchage :

La capacité de chargement de poisson frais est de 25 kg. La température de séchage est d'environ 50°C, mais peut être modifiée (on peut augmenter ou réduire cette température par l'action du ventilateur qui change le débit d'air). Le séchage s'effectue en deux jours.

– Avantages :

La capacité de chargement est importante, les pertes sont réduites et le poisson séché est de très bonne qualité.

– Inconvénients :

Les investissements sont assez lourds. La construction, la conduite et l'entretien de l'installation doivent être faits par des ouvriers qualifiés. Il ne faut pas oublier non plus d'ajouter le coût de fonctionnement de la ventilation au coût de production.

– Renseignements :

CERER, BP 476, Dakar-Hann, Sénégal.

Le séchoir case à convection forcée

Ce type de séchoir a été expérimenté au Mali par LESO.

– Principe :

On retrouve ici le séchage indirect à convection forcée. La circulation de l'air est réalisée par un ventilateur.

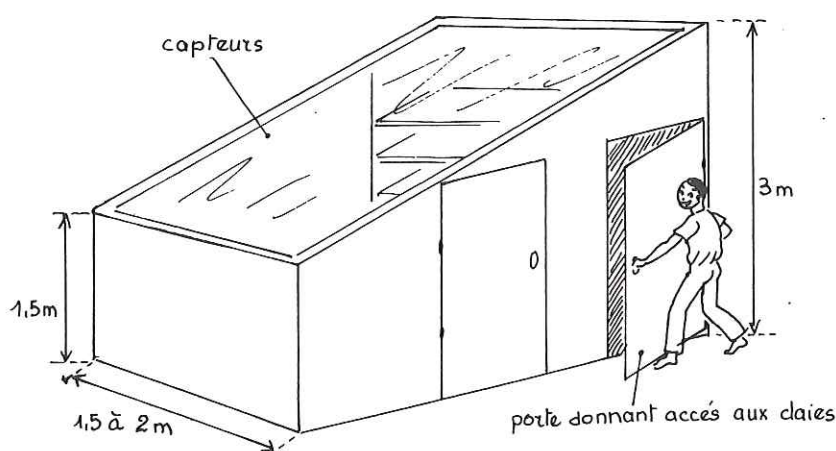
– Données climatiques :

Mopti (Mali). Pluviométrie : 700 mm, température élevée (37 à 40°C).

– Description :

Le séchoir est constitué par un bâtiment dont la toiture fait office de capteur de chaleur ; il sert aussi à l'entrée et au déplacement de l'air. Cet air circule au-dessus et en dessous de l'absorbeur avant d'entrer dans la cabine isolée de séchage. Deux ventilateurs électriques (pile, photovoltaïque) ou mécaniques (énergie éolienne) favorisent la circulation de l'air et permettent de contrôler la température à l'intérieur du séchoir. Voir figure 61.

Figure 61 : Séchoir case à convection forcée

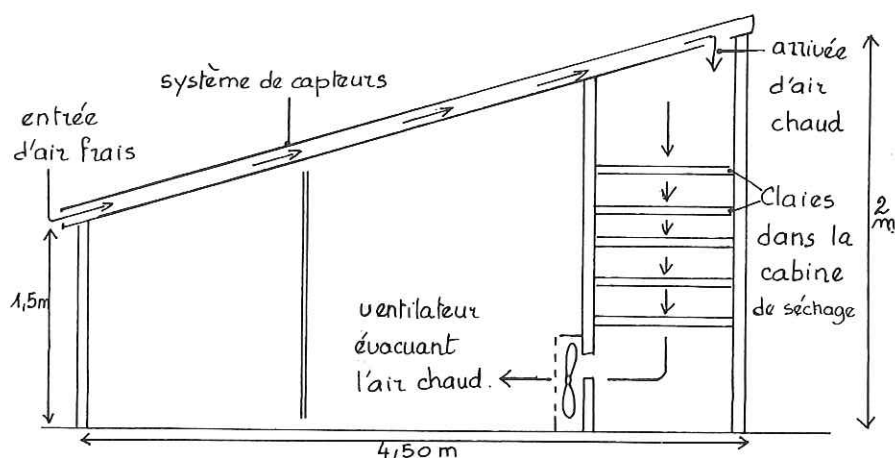


– Construction et caractéristiques :

C'est une petite maison réalisée en « dur » (béton), de forme trapézoïdale, de 4 à 5 m de long et de 2 à 3 m de large ; la petite hauteur mesure 1,50 m, la plus grande environ 3 m. Les hauteurs dépendent de l'inclinaison choisie pour

les capteurs. En effet, ces derniers font office de toiture et sont constitués de neuf absorbeurs (trois séries de trois), chacun ayant une surface utile de $1,55 \text{ m}^2$ ce qui représente une surface totale de 14 m^2 . Sur un des côtés deux portes, dont l'une donne accès à la cabine où sont déposées les claies.

Figure 62 : Coupe simplifiée d'un séchoir à convection forcée



– Coût :

Il est élevé car l'achat des absorbeurs est onéreux.

– Données sur le séchage :

On peut sécher jusqu'à 200 kg de poisson frais. La capacité évaporatoire est de $0,6 \text{ kg d'eau/j/m}^2$ pour une consommation énergétique de $1,5 \text{ kWh}$ par kg d'eau éliminé. Le séchage est réalisé en quatre jours.

– Avantages :

Il a une importante capacité et traite en une fois de grandes quantités de poisson. Il permet aussi le retraitement des poissons mal séchés ou infestés.

– Inconvénients :

Malgré la ventilation, la circulation de l'air est mal contrôlée, et les produits sont de mauvaise qualité. La capacité évaporatoire est réduite et la consommation énergétique est forte ; aussi le coût est élevé pour une qualité inférieure.

Malgré son intérêt technico-économique certain, cette unité a très peu fonctionné. Elle peut cependant rendre de grands services dans le retraitement du poisson mal séché ou infesté.

- Renseignements : LESO, PO 134, Bamako, Mali.

Le séchoir M5 003

Ce type de séchoir a été expérimenté dans de nombreux pays très différents : France, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Comores, Israël, Mali, Maroc, Seychelles, Martinique.

- Principe :

Séchage indirect à stockage thermique. Ici la chaleur est stockée de jour pour être utilisée la nuit.

- Description :

Quatre éléments se combinent pour constituer ce séchoir :

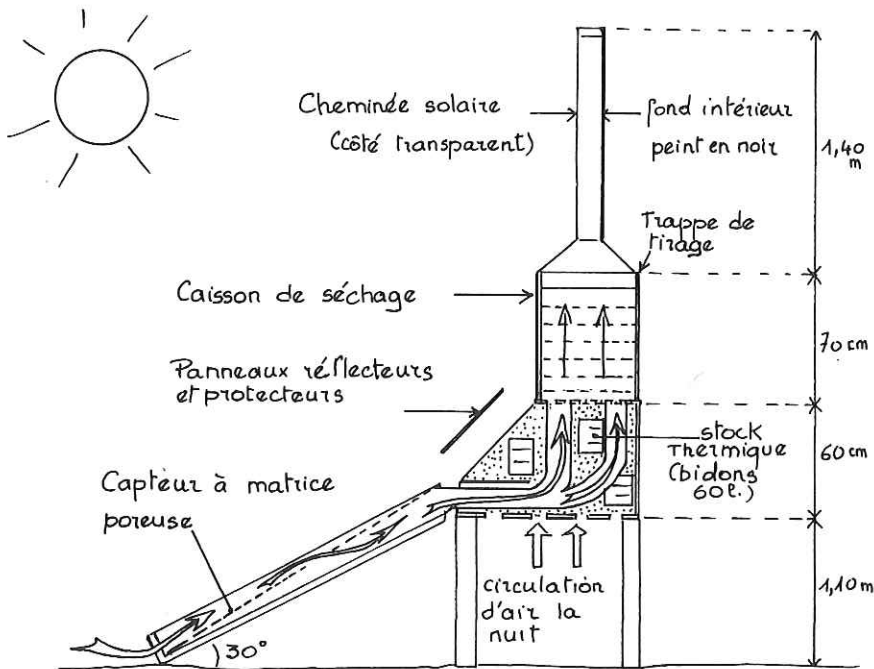
- un générateur d'air chaud : c'est un capteur plan à air d'environ $2,8 \text{ m}^2$ de surface, dont l'absorbeur est poreux (l'air passe à travers cette matrice dont l'inclinaison est variable) ;
- un stock thermique constitué de bidons métalliques remplis d'eau et peints en noir (capacité totale en eau : 60 l) ;
- une enceinte de séchage (surface : $1,4 \text{ m}^2$) contenant six claies dont une, dans le bas de l'enceinte, sert à homogénéiser le flux d'air ;
- une cheminée solaire dont la face sud est transparente et le fond intérieur peint en noir (capteur plan de $0,5 \text{ m}^2$).

Comment fonctionne ce stockage thermique ? Le jour, l'air entre par le capteur et l'élévation de la température de l'eau (chargement du stock) s'effectue à la fois par rayonnement direct (surface de captation : $1,3 \text{ m}^2$) et par récupération de la chaleur sur les gaines qui collectent l'air chaud. La nuit, une trappe stoppe la circulation de l'air provenant du capteur et le courant d'air frais extérieur circulant autour des bidons, s'échauffe, déchargeant le stock thermique, et continue le séchage. Voir figure 63, page ci-contre.

- Construction et caractéristiques :

La construction est délicate et nécessite l'achat de matériaux spécialisés qui sont onéreux, notamment la couverture transparente et l'absorbeur. En re-

Figure 63 : Séchoir solaire à séchage thermique M5 003



vanche, le coffre peut être fabriqué avec des matériaux simples (contre-plaqué marine ou bois).

La hauteur de l'ensemble du séchoir est de 3,80 m. L'élément stock thermique situé à 1,10 m du sol supporte le caisson de séchage de 0,60 m de haut et de surface de séchage de 1,4 m². La cheminée solaire surmonte le tout et mesure 1,40 m de hauteur. L'ossature est en bois aggloméré. Le stock thermique est constitué de trois bidons de vingt litres chacun.

L'absorbeur poreux du capteur est en mousse de polyuréthane (nom commercial : Bulpren), mais il peut être remplacé par d'autres matériaux moins fragiles et moins coûteux, comme par exemple une tôle d'acier percée de multiples petits trous (testée au Burundi) ou bien une plaque métallique noire lisse avec circulation d'air de part et d'autre (Seychelles). Au Mali, on a testé un absorbeur en fibres de coco noircies et collées, mais ce matériau n'est pas facile à mettre au point.

Les couvertures transparentes sont en polyane. On peut remplacer le film plastique en polyane par du verre ou du plastique traité anti-UV. Les volets

réflecteurs sont ouverts le jour et fermés la nuit. La cheminée peut être modifiée pour tenir compte de la course du soleil.

Pour éviter que la température de l'air entrant dans le caisson ne dépasse 50°C (elle arrive parfois à 75°C), on peut alors ouvrir la trappe d'admission d'air frais de la base du caisson de dessiccation.

– Coût :

Il est assez élevé et la durée de vie est courte. En effet, le coffre du séchoir (en contre-plaqué marine) ne résiste que deux ans dans un climat à forte humidité (Martinique). Mais on peut le construire avec d'autres matériaux plus résistants en fonction des disponibilités sur place : bois ou polyester armé de fibres de verre. La durée de vie peut alors atteindre dix ans.

– Données sur le séchage :

La charge maximale de poisson est de 15 kg et le temps de séchage dure de trois à quatre jours. La valeur moyenne de la quantité d'eau évaporée se situe à 1,1 à 1,7 kg d'eau/m²/jour et la teneur finale en eau du poisson est de 13 %. Le séchage étant beaucoup plus efficace sur les claies du bas, il faut intervertir l'ordre des claies périodiquement au cours du séchage. La vitesse de l'air varie de 0,7 à 1m/s.

– Avantages :

Ce type de séchage est avantageux pour les poissons gras car il est plus rapide et les humidités finales obtenues (13%) permettent une conservation de plusieurs mois.

Les produits séchés sont d'une qualité et d'un attrait supérieurs : qualité hygiénique, valeurs nutritionnelle et organoleptique supérieures, pas de croûtage. Les manipulations sont réduites, ce qui constitue un avantage notamment en cas d'intempéries, et le séchoir constitue un abri contre la poussière, la pluie, la rosée, les oiseaux et les insectes.

L'avantage de ce séchoir solaire est décisif en période de forte humidité extérieure car l'apport de chaleur du stockage est important : la température à l'entrée du caisson est toujours supérieure à 30°C et le séchage se poursuit pendant la nuit.

– Inconvénients :

Son coût est très élevé et sa mise au point technique préliminaire assez délicate, il est relativement fragile et doit être réparé souvent (détérioration par le vent, la pluie, etc.). Malgré ses nombreux avantages, en saison très humide

(humidité relative élevée, peu de soleil), il devient peu efficace et les produits moisissent si la charge dépasse 7 kg. Ce sont surtout les coopératives de pêcheurs (Comores, Seychelles) qui utilisent ce type de séchoir.

– Renseignements :

- Laboratoire énergétique et phénomène de transfert, ENSAM, 33405 Talence, France.
- Centre d'études et d'expérimentation du machinisme agricole tropical (CEEMAT), CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier, France.

LES SÉCHOIRS UTILISANT D'AUTRES SOURCES D'ÉNERGIE

Si les conditions climatiques ne permettent pas un séchage solaire ou bien si l'on dispose d'une capacité d'investissement plus élevée, on peut envisager d'employer d'autres types d'énergies, certes plus coûteuses, mais souvent plus efficaces pour sécher le poisson. D'une façon générale, les conditions optimales de séchage pour les poissons tropicaux sont bien connues mais ne sont pas toujours faciles à réaliser : l'humidité de l'air peut être trop importante ainsi que la température ambiante.

La rentabilité de ces séchoirs dépend bien sûr de l'importance de l'investissement initial mais aussi du coût de l'énergie utilisée (gaz-oil, électricité) et de la quantité de poisson disponible : il est évident que ces matériels ne sont rentables que lorsque l'on dispose de grandes quantités de poisson, centralisées dans un même point de débarquement. De plus, dans de nombreux pays et notamment en Afrique, une amélioration de la qualité des produits traditionnels n'entraîne pas forcément une augmentation des prix de vente. Le surcoût ne peut donc pas toujours être compensé.

Les deux séchoirs qui suivent sont tous deux des séchoirs à ventilation forcée. Ils sont donnés à titre d'exemple car ils ont fait l'objet d'expérimentations mais sont peu utilisés en raison du coût très élevé de leur construction et de leur fonctionnement.

Le séchoir à ventilateur Vortex

Ce séchoir a été expérimenté aux Philippines.

– Principe :

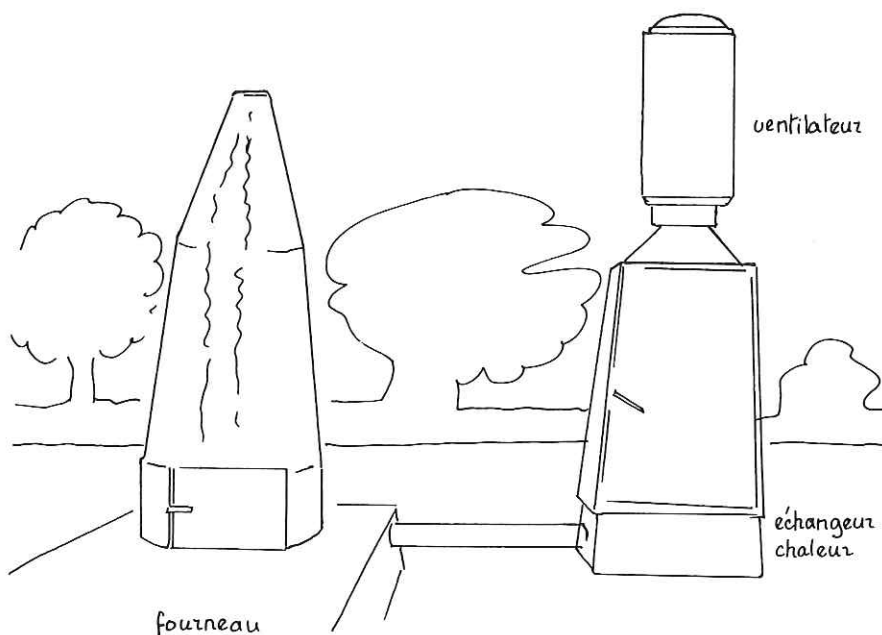
L'air est pulsé à l'intérieur du système par un ventilateur puissant.

– Description :

Le séchoir est constitué de trois parties :

- la chambre de séchage, faite de bois ou réalisée en matériel local, est une simple cabine permettant de disposer des baguettes de bambou où sont pendus les poissons ;
- le ventilateur (Vortex) est une tour cylindrique constituée d'ailettes disposées verticalement autour d'un axe central. Ce ventilateur placé au sommet de la chambre de séchage produit une aspiration d'air et fait circuler l'air chauffé au niveau de l'échangeur de chaleur ;
- le foyer et l'échangeur de chaleur : le foyer, éloigné de la chambre de séchage, est une construction en briques où l'on peut brûler des coques de coco ou du son de riz. Les fumées de combustion sont évacuées, seul l'air réchauffé par le foyer passe dans l'échangeur de chaleur qui est placé en bas de la chambre de séchage.

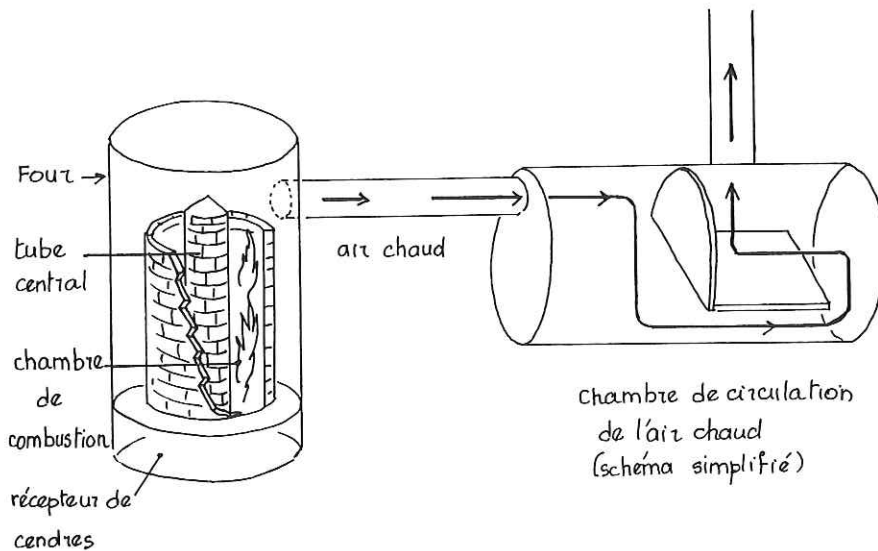
Figure 64 : Séchoir à ventilateur



Ce foyer a été conçu pour pouvoir brûler n'importe quelle sorte de combustible, mais les résultats sont meilleurs avec le son de riz. L'efficacité de la combustion dépend de l'humidité du combustible, de la porosité de la couche

de combustible, de la température de combustion et de l'arrivée d'air. La température du foyer peut atteindre 700°C et son approvisionnement en combustible a été prévu pour maintenir une température d'au moins 400°C. La combustion peut avoir un rendement de 85 % minimum si l'humidité du combustible est inférieure à 16%.

Figure 65 : Séchoir à ventilateur



On peut aussi effectuer le séchage du poisson sans échangeur de chaleur. Mais dans ce cas, on ne pourra pas utiliser n'importe quel combustible qui risquerait de contaminer le poisson ; il faudra utiliser du charbon de son de riz compacté en briquettes, ou plus simplement du charbon de bois.

– Construction :

La chambre de séchage peut être faite localement avec les matériaux locaux (bois), le foyer sera construit en briques (qui peuvent être fabriquées localement). Seul le ventilateur d'un type particulier peut être difficile à trouver dans le pays.

– Coût :

Il est relativement peu élevé en ce qui concerne la construction.

– Données sur le séchage :

On peut sécher 60 à 80 kg de poisson en une journée. Le temps de séchage est de 8 à 16 heures. Le combustible utilisé est généralement constitué de briquettes de charbon de son de riz. La vitesse de l'air est en moyenne de 0,38 m/s (elle oscille entre 0,1 à 1,8 m/s) et la température à l'intérieur du séchoir se situe entre 30°C à 86°C (50°C en moyenne).

– Avantages :

Il peut être construit avec des matériaux locaux, sa technologie est simple et le coût énergétique est faible. L'air est régulièrement pulsé car le ventilateur est efficace.

– Inconvénients :

Ce séchoir a surtout fait l'objet d'expérimentations mais n'a pas été utilisé en vraie grandeur par les pêcheurs.

Le séchoir armoire

Ce type de séchoir a été mis au point aux Philippines par le département « pêches » de l'université (source : Fisheries Technologies for Developing Countries, National Academy Press, Washington D.C., USA). Voir la figure 66.

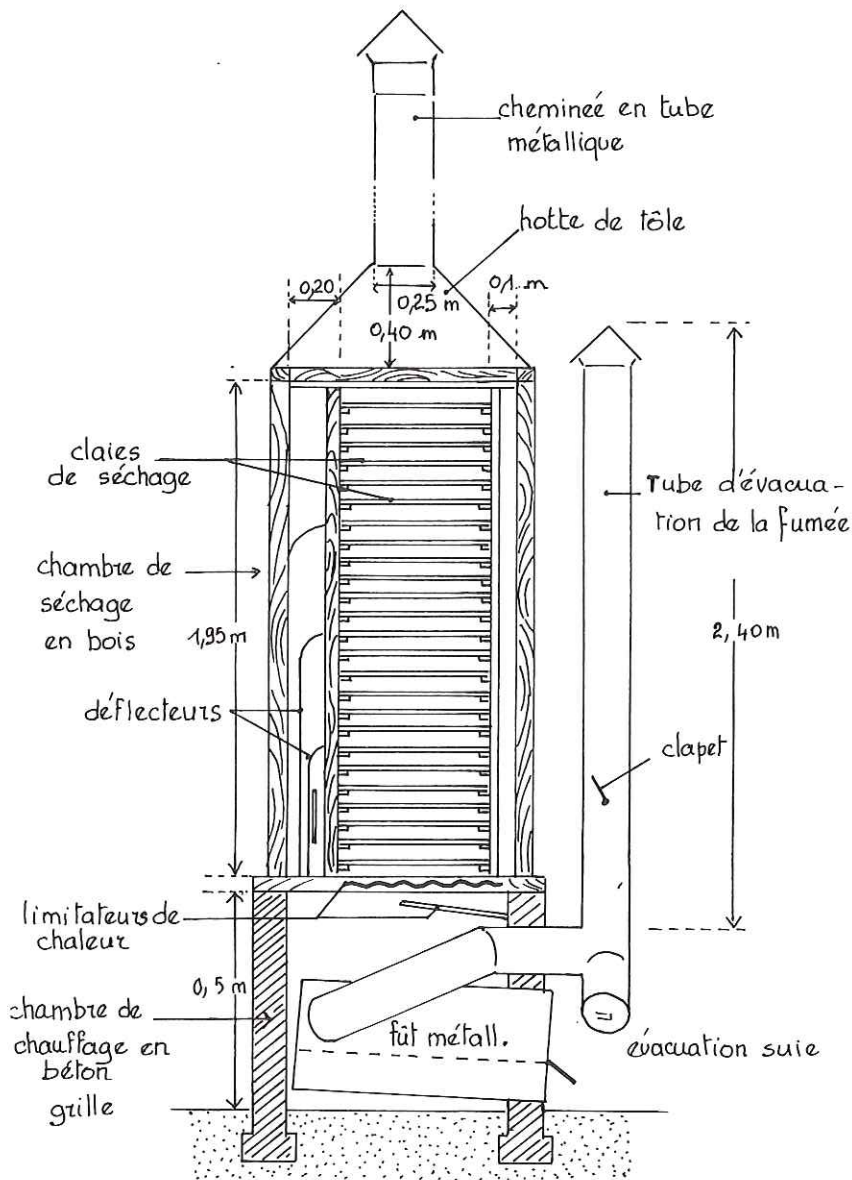
Le foyer métallique est placé dans une base creuse ; un tube évacue vers l'extérieur la fumée et les gaz de combustion. L'air situé dans la base creuse est réchauffé par la combustion du fuel. La chambre de séchage surmonte directement le foyer et contient les claies. Une cheminée évacue l'air chaud vers l'extérieur.

– Construction et caractéristiques :

La base creuse faite en « dur » (béton) a les dimensions suivantes : 0,90 m de long x 1,20 m de large x 0,85 m de haut. La combustion s'effectue à l'intérieur d'un fourneau métallique placé dans la base. La chambre de séchage qui repose sur la base creuse, mesure 1,95 m de haut, et est réalisée en bois. Elle peut contenir jusqu'à vingt-cinq claies.

Une tôle ondulée en acier isole la chambre de séchage du foyer et sert de protection contre la chaleur. Une ouverture est pratiquée dans cette plaque afin que l'air chaud puisse pénétrer dans la chambre de séchage. Les claies sont disposées dans le compartiment spécial situé dans la chambre de séchage (double isolation avec l'extérieur). Des déflecteurs situés à différents niveaux

Figure 66 :
Séchoir armoire



guident la chaleur à travers les claies. L'air pénètre par la base et sort par la cheminée d'évacuation (diamètre de 25 cm) située au dessus du four. Une hotte située au sommet de la chambre de séchage (de 0,40 m de hauteur) canalise l'air chaud et le guide vers la sortie. Des clapets de tirage aident à la circulation de l'air. Les ouvertures entrée/sortie d'air sont réglées pour que la température reste aux environs de 55 - 60°C.

- Données sur le séchage :

Ce séchoir traite en une seule fois (vingt-cinq claies) une grande quantité de poisson ; le produit fini est d'excellente qualité. Mais ce séchoir est onéreux et sa construction n'est pas facile.

- Renseignements :

Université de Visayas, département des Pêches, Philippines.

Le séchoir tunnel

Ce type de séchoir a été expérimenté dans plusieurs pays tropicaux et notamment au Brésil et au Cambodge.

- Principe : Séchage à ventilation forcée.

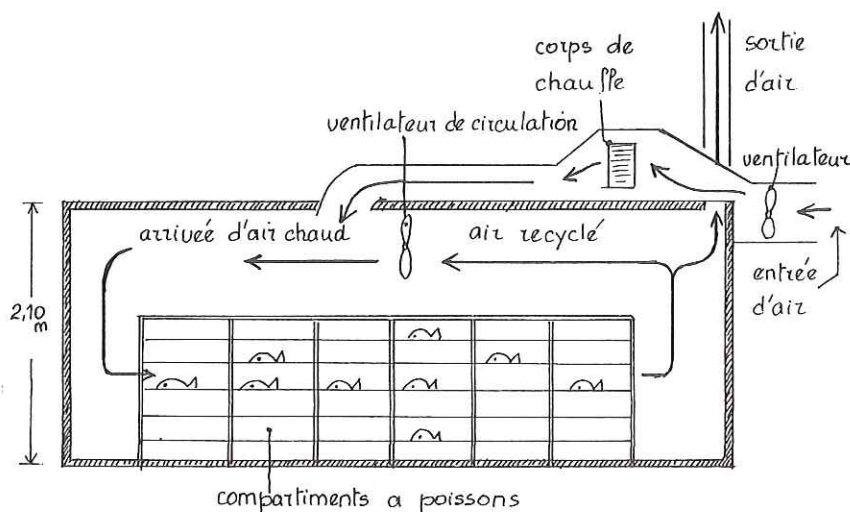
- Description et caractéristiques :

Il en existe de nombreux modèles. On ne détaillera ici que le modèle le plus simple. Il est constitué d'un tunnel en bois de 2 à 3 m de haut, de 8 à 10 m de long et de 2 m de large. Il est composé de cinq à six sections. Dans chaque section, on peut déposer une vingtaine de plateaux d'environ 2 m x 1,30 m. Les plateaux sont constitués de bois et de grillage (des essais ont été faits pour remplacer ce grillage qui rouille par du bambou). Ils sont placés les uns au-dessus des autres à environ 10 cm d'intervalle vertical. Voir figure 67, page ci-contre.

À l'intérieur du tunnel, deux ventilateurs motorisés modifient la circulation de l'air. Le plus puissant, de 0,75 KW, pulse un volume d'air d'environ 370 m³/min, le plus petit pulse un volume d'air de 60 cm³. Le sens de circulation de l'air recyclé est inversé au milieu du processus de séchage afin d'assurer un séchage uniforme.

Le réchauffement de l'air est réalisé par une chaudière à vapeur d'environ 120 KW/h. Un simple hygrostat constitué d'une feuille de papier sensible, placé au sommet du tunnel et réglé à une humidité relative de 55-60 %, commande

Figure 67 : Tunnel de séchage (brésilien)



l'adduction d'air frais. Un thermostat situé dans le tunnel de séchage et réglé à 36°C , règle l'action du corps de chauffe.

L'air entre dans le tunnel sous l'action du petit ventilateur, traverse un corps de chauffe qui élève sa température, et entre dans le tunnel de séchage. Là, il circule entre les claies de séchage garnies de poissons. Le deuxième ventilateur plus puissant, situé à l'intérieur du caisson de séchage, aide à la circulation de l'air. La sortie de l'air chaud se fait par une cheminée.

– Coût :

L'achat de bois pour le tunnel et les plateaux, mais surtout l'acquisition des ventilateurs et de la chaudière, en font un séchoir coûteux.

– Données sur le séchage :

La capacité de chargement est de une à deux tonnes (selon les modèles). La température à l'intérieur du tunnel varie de 36°C à 43°C . Pour réduire les coûts de chauffage, on peut envisager d'effectuer une recirculation de l'air mais seulement dans le cas où l'air à la sortie du séchoir n'est pas trop humide (moins de 55 %).

– Avantage :

Sa grande capacité lui permet de traiter de grandes quantités de poisson.

– Inconvénients :

Ses coûts, aussi bien en investissements qu'en fonctionnement, sont très élevés. De plus, les résultats ne sont pas toujours très concluants, notamment pour le temps de séchage et la qualité du poisson séché. Il semblerait qu'un séchage complémentaire au soleil (avant ou après le tunnel) soit nécessaire pour obtenir un produit suffisamment sec.

– Renseignements :

FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Fours et fumoirs

Le fumage est une technique très diffusée dans les pays tropicaux mais fortement consommatrice de bois. Sans entrer dans des considérations alarmistes concernant le déboisement et ses conséquences notamment au Sahel, il devient évident que des efforts doivent être faits pour limiter la consommation de bois de feu.

Cette évidence s'impose de plus en plus fortement aux transformateurs qui se rendent compte qu'il devient souvent difficile de se procurer du bois. La consommation excessive en combustible s'explique surtout par des déperditions de chaleur importantes dans les installations employées.

Les fumoirs améliorés qui sont présentés ici sont donc des équipements qui permettent en priorité d'éviter les déperditions de chaleur et de fumée. Bien sûr, ces améliorations conduisent également à l'obtention de poisson fumé de meilleure qualité (hygiène, aspect).

Dans les pays tropicaux où les conditions sont complètement différentes de celles des pays tempérés, la technique et les objectifs du fumage sont totalement dissemblables. Si en Europe les poissons fumés sont plutôt des produits de luxe à forte valeur ajoutée (saumon, par exemple), les produits fumés traditionnels en Afrique sont plutôt de consommation courante et de prix peu élevé. Il est donc difficile de justifier des investissements dans des matériels plus élaborés pour fabriquer des produits encore peu valorisés sur le marché.

Quelques améliorations ont été faites dans la pratique, mais dans la plupart des cas ce sont des expérimentations menées par certains chercheurs. Deux exemples de réussite contredisent pourtant cette constatation : le développement du four Chorkor au Ghana et dans les pays voisins (Bénin, Guinée) et celui du four amélioré dit « Côte d'Ivoire » dans la région d'Abidjan.

Les améliorations techniques portent en tout sur cinq points :

- Économie de combustible : en réalisant le fumage en milieu quasi clos, on utilisera mieux la fumée et la chaleur produite, en diminuant d'autant l'énergie consommée.
- Éloignement du foyer de la chambre de fumage : afin d'éviter les trop hautes températures et la brûlure du poisson.
- Amélioration du tirage et régulation de la quantité de fumée produite.
- Homogénéisation de la distribution de la fumée dans la chambre de fumage : par exemple, en faisant passer la fumée au travers de plaques perforées.
- Augmentation de la capacité des fours et amélioration de la disposition du poisson.

Chaque nouvelle technique de fumage permet d'améliorer un ou deux de ces points et seuls les fours « modernes » des pays industrialisés permettent de contrôler tous les paramètres techniques.

Le four cylindrique

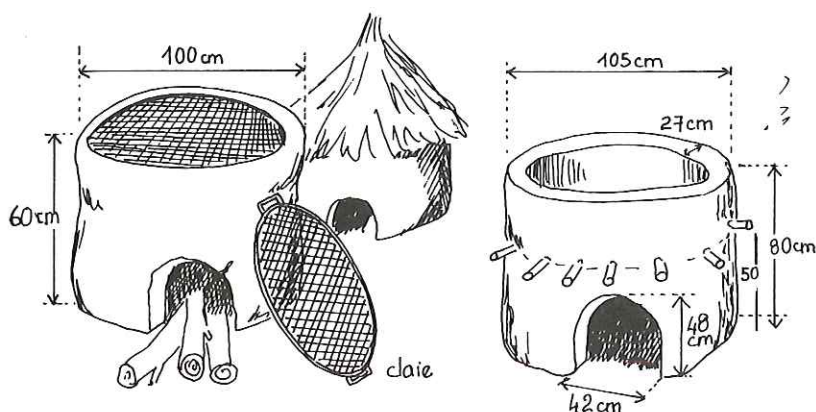
- Principe :

Il est traditionnellement destiné à fumer mais il peut aussi être utilisé pour le séchage.

- Description - construction :

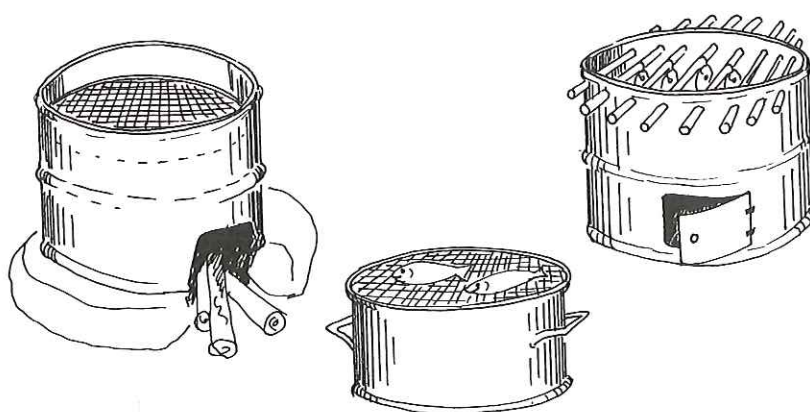
Il existe de très nombreux types de fours cylindriques. Le plus anciennement connu est le four traditionnel africain. Il est fait de boue maniée à la main ou de banco (boue + paille) et son diamètre intérieur varie de 80 cm à 100 cm, pour une épaisseur d'environ 10 cm et une hauteur d'environ 60 cm. Une ouverture, de forme arrondie ou rectangulaire, de 20 cm x 50 cm, située à la base, permet d'alimenter le foyer en combustible. Voir figure 68 page suivante.

Les claies utilisées pour ce type de fumoir sont constituées de grillage de fil de fer dont les mailles sont de 1,5 à 2 mm. Un cercle métallique de 6 à 8 mm de section, muni de deux poignées qui facilitent la manutention, maintient ce grillage. Sa capacité est de 30 kg à 35 kg de poisson.

Figure 68 : Four traditionnel en boue maniée

Elles sont posées soit sur le dessus du four (pour les modèles les plus simples), soit à environ 30 cm du bord (pour les modèles plus élaborés). Une couverture de chaume, de tôle ou de bois de récupération, empêche la sortie trop rapide de la fumée. Ce type de four n'est pas toujours construit en terre. Souvent il est fabriqué selon les mêmes principes à partir d'un fût métallique de 200 litres. La réalisation est simple et facile à réaliser localement, le seul problème étant de trouver les fûts nécessaires.

La figure 69 montre un four traditionnel construit avec un demi-fût.

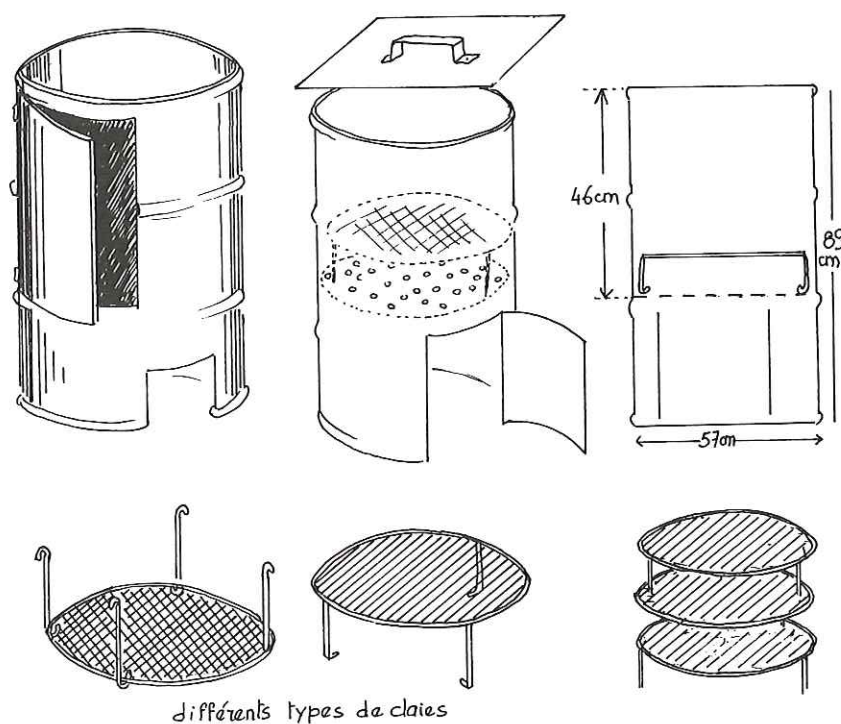
Figure 69 : Four réalisé avec un demi-fût métallique

Ses dimensions sont voisines de celles du four en terre (60-70 cm de haut, 60 cm de diamètre). L'ouverture d'alimentation du foyer est plus grande (49 cm x 45 cm) et de forme rectangulaire.

La quantité de poisson traitée peut être augmentée en réalisant ce type de four avec un fût entier. Les dimensions sont celles d'un fût entier (90 cm de haut et 60 cm de diamètre). Comme dans les exemples précédents, le foyer est directement situé à la base et plusieurs claies sont disposées au-dessus. Il faut toujours prévoir un espace assez grand entre le foyer et les premières claies (environ 40 cm).

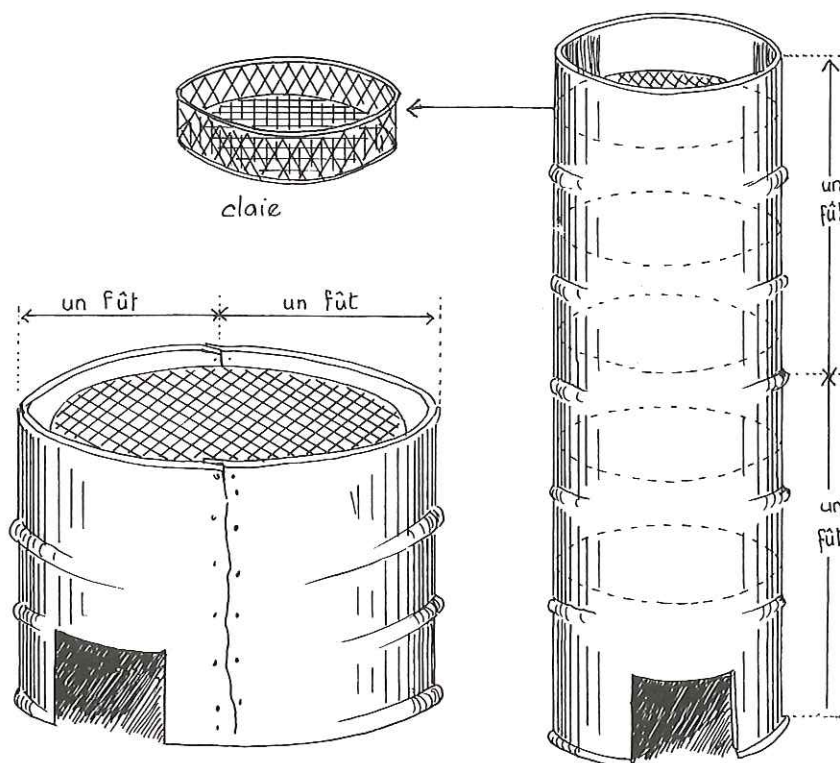
Un petit dispositif de surélévation permet d'empiler les claies les unes sur les autres. Un couvercle (de tôle) ferme la chambre de fumage et améliore ainsi la qualité du produit fini. L'ouverture du foyer est parfois équipée d'une petite porte, dont la fermeture améliore la quantité de fumée produite. Voir figure 70.

Figure 70 : Four réalisé avec un fût métallique entier



Lorsque les quantités de poissons à fumer sont très importantes, on peut superposer deux fûts l'un sur l'autre (on augmente ainsi la hauteur et donc le nombre de claies), ou bien agrandir le diamètre du four en soudant verticalement ensemble deux fûts préalablement ouverts. Les claies seront plus grandes et la quantité de poisson plus importante. Voir figure 71.

Figure 71 : Four réalisé avec deux fûts métalliques soudés

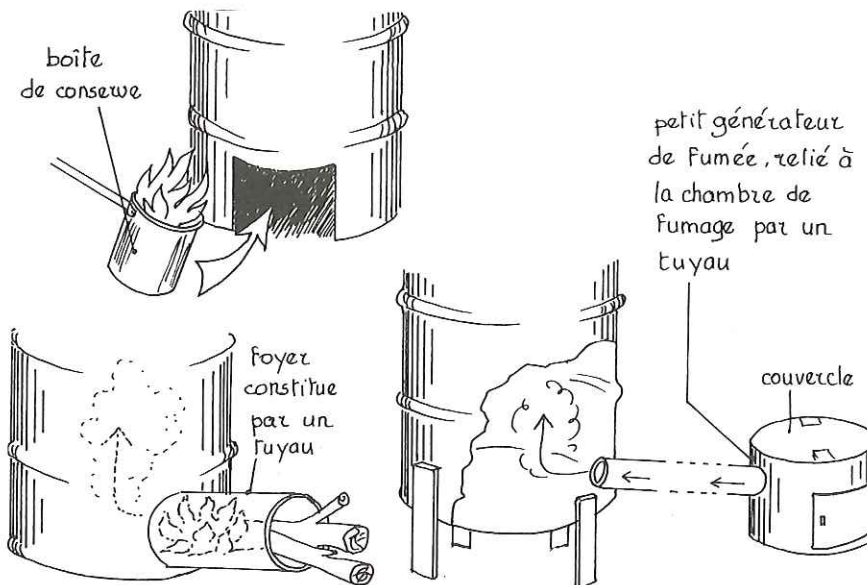


Une petite amélioration très simple à été essayée au cours d'ateliers organisés par la FAO en 1988-89 et 90. Elle a montré qu'un combustible brûlant à l'intérieur de boîtes de fer récupérées garde une température égale et mieux contrôlée et que la quantité de combustible nécessaire est réduite.

Ce système de fumage peut encore être amélioré en éloignant la chambre de fumage du générateur de fumée : le fût qui constitue la chambre de fumage est relié au foyer par un tuyau. Ainsi les poissons des plus basses claies ne risquent

pas d'être touchés par les flammes et la production de fumée est meilleure. Voir figure 72.

Figure 72 : Systèmes divers d'éloignement du foyer



– Coût :

Il est parfois élevé (lorsqu'il est difficile de trouver des bidons et il faut aussi compter le travail du forgeron).

– Durée de vie :

En moyenne elle est de trois ans car le métal a tendance à rouiller. Cependant, sous des climats secs, la durée de vie est plus longue.

– Données sur le séchage-fumage :

La capacité de chargement est variable selon les modèles et les espèces de poisson (par claies : 20 à 30 kg de sardinelle, et jusqu'à 70 kg pour les thons). Les poissons sont soit posés sur des claies de grillage métalliques (cas des petites pièces) soit pendus (voir figure 73, page suivante). La capacité de ces fours est bien adaptée aux pêcheurs qui ne traitent que de faibles quantités de poisson.

Le temps de fumage est de trois à sept heures. La teneur en eau finale du poisson fumé varie de 40 à 60 %. La consommation de bois se situe aux environs de 0,6 kg de bois/kg de poisson frais (Stroud - 1986).

Le fumage n'est pas très homogène ; les poissons situés sur les claies du bas sont parfois plus grillés que fumés, et sur une même claie, ceux qui sont situés à la périphérie reçoivent moins de fumée. Il faut donc les retourner fréquemment ; pour effectuer cette opération, il est conseillé de retirer le feu, car sinon la chaleur et la fumée dégagées gênent les transformatrices.

– Avantage :

L'un des principaux avantages du four-bidon est qu'il est transportable, ce qui peut être utile pour les pêcheurs qui se déplacent en fonction des ressources en poisson ; de plus, malgré le coût du bidon, sa construction aisée en fait un four facilement accessible.

– Inconvénients :

La conduite du feu, la surveillance du fumage, le retournement des poissons en cours d'opération, obligent les transformatrices à travailler au-dessus de la fumée, ce qui est désagréable et pénible. Le chauffage n'est pas homogène et le poisson est souvent brûlé surtout au centre du four. Les fours-bidon d'essence ont tendance à rouiller, surtout en climats humides. Ils consomment une grande quantité de combustible.

Figure 73 : Avantages et inconvénients du cylindre métallique



– Utilisateurs : pêcheurs et petits paysans.

– Renseignements:

FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Torry Réseau Station, PO Box 31, 135 Abbey Rôt, Aberdeen, I 8DG, Écosse.

Le four « Côte d'Ivoire »

– Principe :

Il est lui aussi utilisé aussi bien pour le fumage que pour le séchage.

– Données climatiques : Abidjan (Côte d'Ivoire).

– Description :

C'est un four dont la forme globale est carrée, qui combine efficacité et originalité. Le foyer est constitué par la soudure d'un fût et d'un demi-fût, placé en position horizontale. Il mesure alors 95-105 cm de long et a un diamètre de 57 cm. Les deux extrémités du fût entier ont été supprimées. L'une d'elles sert de porte d'alimentation et de tirage. Le deuxième fût est coupé en deux dans le sens de la largeur et soudé au premier. Dans ce deuxième fût, on pratique une ouverture (de 36 cm de côté) dans sa partie supérieure pour permettre à la fumée de se propager. Voir figure 74, page suivante.

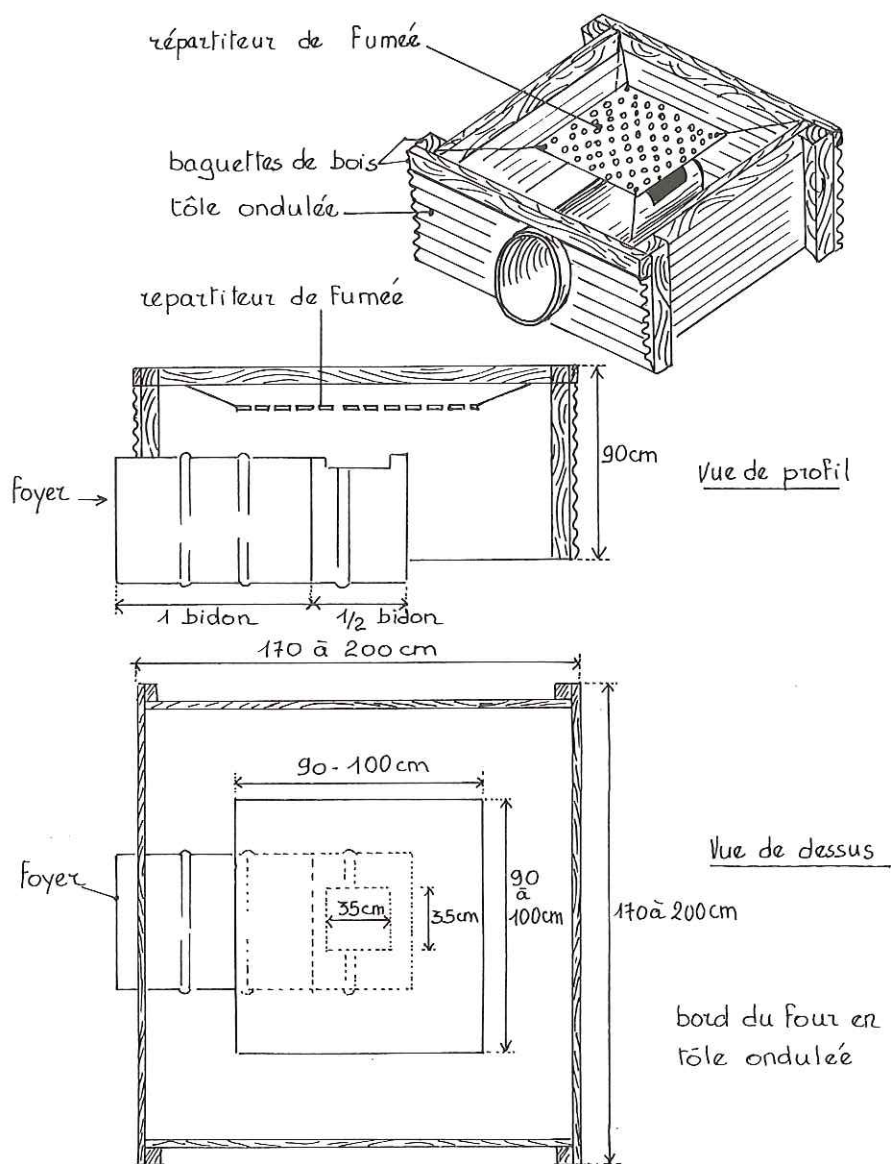
Le feu étant ainsi enfermé, on peut construire le support du four avec n'importe quel matériau. Généralement, l'armature du four est en bois, tandis que les parois sont en tôle (ondulée ou morceaux de fûts d'essence), en bois ou en terre. Cette armature est constituée de quatre montants de bois (dimensions : 90-100 cm de long et de 10 cm de section) sur lesquels sont cloués des plaques de tôle ondulée de 130 cm sur 100 cm.

Afin d'assurer un fumage plus uniforme, la fumée est dispersée par l'intermédiaire d'une tôle perforée à l'endroit où la fumée est émise. La tôle « disperser » est perforée tout les 6 cm environ de trous de 7 mm de diamètre. Elle est maintenue en position par quatre tiges métalliques de 55 cm de long et de 5 mm de diamètre qui prennent appui sur l'armature de bois.

Le poisson est placé sur des cadres superposés, le dernier étant recouvert par un « toit » en tôle ou en toile de jute humidifiée. On dispose en général trois claies chargées chacune de 30 à 50 kg de poisson.

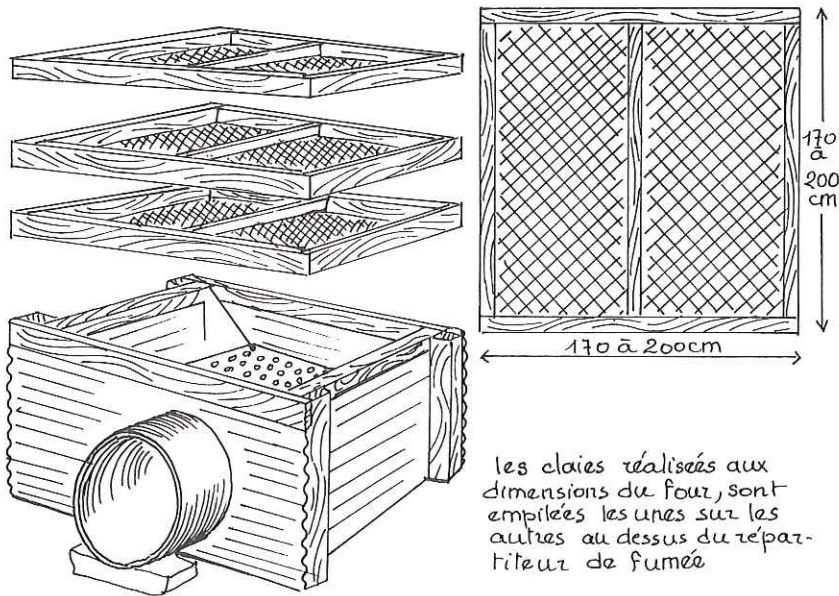
Dans certains cas (pour les fours réalisés en briques notamment), on peut superposer jusqu'à six à sept claies.

Figure 74 :
Four « Côte d'Ivoire »



Les dimensions des claies correspondent à celles du four puisqu'elles sont empilées les unes sur les autres et prennent appui sur l'armature (figure 75).

Figure 75 : Four « Côte d'Ivoire » avec son chargement de claies



Ce modèle de four se complique parfois par l'adjonction d'un foyer extérieur et relié à ce dernier par un conduit. Une cheminée située à l'autre extrémité du fût augmente le tirage et sert à évacuer la fumée lorsque le four est utilisé pour le séchage (la porte de sortie de la fumée est alors fermée).

La construction de ce type de four est simple et les matériaux sont faciles à trouver localement (bidon d'essence, tôles, briques si on construit une surélévation, poutrelles de bois pour l'armature, bois ou tôles pour les côtés, clous...).

– Coût :

Il est relativement élevé car les bidons sont chers et il faut compter le travail du forgeron.

– Durée de vie :

Elle est moyenne (trois à cinq ans) car les bidons métalliques subissent l'action de la rouille et finissent par se percer (variable selon les climats).

– Données sur le séchage-fumage :

La capacité de chargement est de 100 à 150 kg de poisson (variable selon les espèces) réparti sur trois claies superposées. Le temps de fumage varie entre cinq et sept heures. La teneur en eau du poisson fumé est de 50 à 60 %. La consommation de bois est de 0,5 à 0,6 kg/kg de poisson frais.

En cours de fumage, les poissons doivent être retournés plusieurs fois et il faut inverser l'ordre et la disposition des claies pour que le fumage soit le plus homogène possible. En effet, on observe des différences très nettes selon que le poisson se trouve au milieu des claies ou à leur périphérie.

Si on veut utiliser ce fumoir pour simplement sécher le poisson, il suffit d'aménager une fermeture empêchant la diffusion de la fumée sur les poissons et en ajoutant une cheminée pour le tirage.

– Avantages :

C'est un four simple qui, malgré son originalité, ne s'éloigne pas trop des fours traditionnels. Il est bien accepté par les transformatrices. Il peut être fabriqué dans les villages avec des matériaux locaux de récupération dont le coût est peu élevé. Le seul problème reste cependant de se procurer les bidons. D'un entretien facile, il permet de réaliser des économies de bois de feu assez importantes. De plus, quoique un peu lourd, il reste transportable.

L'allumage et l'entretien du feu sont faciles. Les transformatrices, lorsqu'elles doivent changer l'ordre des claies et retourner les poissons, ne sont pas incommodées par la fumée, et le poisson est de bonne qualité.

– Inconvénients :

La fumée est partiellement arrêtée par la tôle du disperseur et a tendance à condenser. Le poisson a souvent une couleur pâle peu appréciée, mais certaines transformatrices qui maîtrisent mieux l'utilisation de ce four ont supprimé les plaques de diffusion de chaleur. En Côte d'Ivoire, des villages entiers de la côte utilisent ce type de fumoir.

– Renseignements :

FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Torry Réseau Station, PO Box 31, 135 Abbey Rôt, Aberdeen, 18DG, Écosse.

Le four Chorkor

– Principe :

Il est surtout destiné au fumage mais il est aussi utilisé pour le séchage et le stockage.

– Description :

C'est un four fixe rectangulaire (deux fois plus long que large), avec deux ouvertures pour le foyer à l'avant ; un petit mur de séparation entre les deux foyers renforce la solidité et donne la possibilité de n'allumer qu'un seul feu si la quantité de poisson est faible. Ce petit mur donne un appui supplémentaire aux plateaux chargés de poisson et empêche le montant de bois du premier plateau d'être brûlé. Dans certains cas, ce four dispose de quatre foyers.

C'est un four qui a été très bien accepté par les femmes transformatrices car il s'inspire des fours carrés traditionnels. Les claies sont le seul élément nouveau puisqu'elles s'empilent les unes sur les autres. Ces claies mobiles en bois reposent sur la moitié de l'épaisseur des murs du four et leurs encadrements superposés constituent une « cheminée » en s'emboîtant les unes sur les autres. Le tout est recouvert d'un couvercle en tôle ou en bois qui renforce le fumage.

– Caractéristiques et construction :

On peut construire ce four avec des matériaux différents :

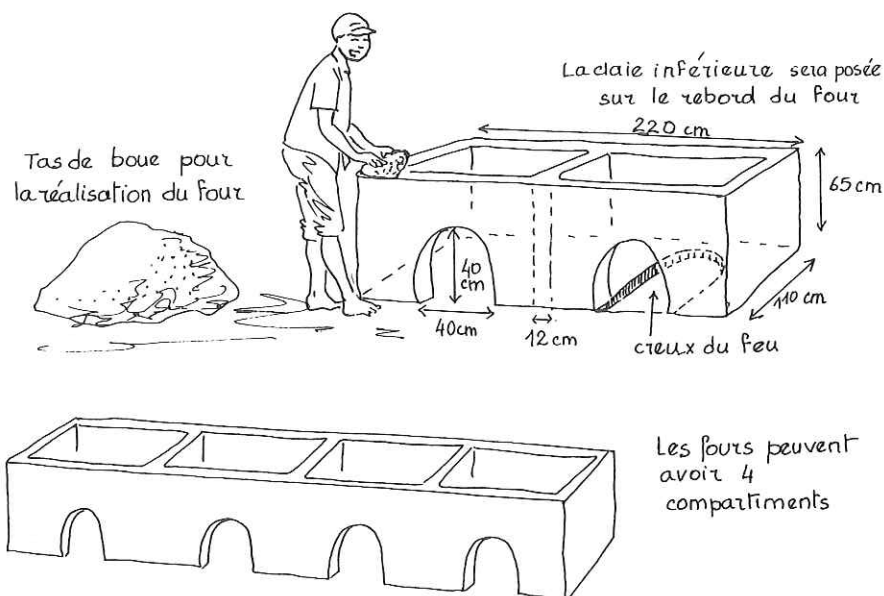
- de l'argile maniée à la main par petits paquets (pour un four, il faut prévoir de 80 à 100 bassines) ;
- de l'argile recouverte d'une couche de ciment (prévoir 3/4 de sac) ;
- des briques de ciment jointes avec du mortier (52 à 55 briques de 12 x 20 x 42 cm) ;
- des briques de terre cuite jointes avec de l'argile (50 briques environ).

Voir figure 76, page suivante.

Les dimensions du four sont généralement les suivantes : 2,30 m de long, 1,14 m de large et 0,65 m de hauteur. L'ouverture des foyers est d'environ 0,40 m et l'épaisseur des murs varie entre 12 et 15 cm.

Comment procéder ?

Le site d'implantation doit être bien plat et nivelé. Après avoir figuré sur le sol le tracé des murs, on creuse une tranchée de 15 à 20 cm de profondeur pour les fondations. La construction des murs dure de un à trois jours selon qu'ils sont réalisés en argile ou en ciment. Pour le four en argile, la construction s'effectue en trois étapes afin de laisser à l'argile le temps de sécher. Ne pas

Figure 76 : Four Chorkor en boue maniée de deux et quatre compartiments

négliger la préparation de l'argile : le mélange argile/eau doit être malléable et collant. Les ouvertures des foyers sont suffisamment larges pour pouvoir alimenter facilement le feu, mais pas cependant pour éviter les déperditions de chaleur (40 cm de haut, 40 cm de large).

Pour les murs en argile, les ouvertures sont découpées lorsque l'argile est sèche (on humidifie simplement la surface avec de l'eau pour faciliter le découpage).

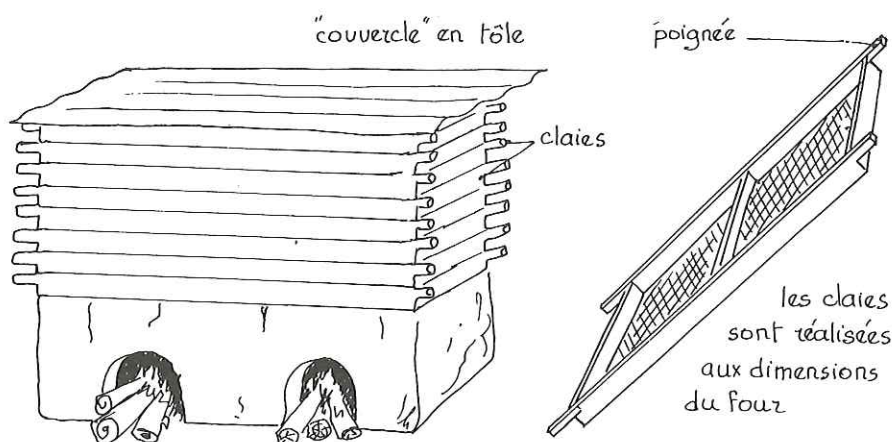
Pour les murs en ciment, le placement des ouvertures se fait en cours de construction. Le haut des ouvertures est courbé en arc ce qui donne une plus grande solidité ; on peut utiliser, pour former l'arc, un morceau de contre-plaqué recourbé. On peut, pour parfaire l'ensemble, recouvrir les murs d'une couche d'argile ou de ciment.

Un creux de feu de 20 à 25 cm de profondeur est creusé à l'emplacement du foyer afin d'éloigner davantage du feu la première couche de poisson et d'augmenter l'efficacité du chauffage.

Le dessus du four doit être réalisé à angle droit afin que les cadres de bois des claies s'adaptent parfaitement aux murs.

Les claies : les cadres sont réalisés en bois dur de préférence mais on peut utiliser du bois tendre (moins cher). Ils sont réalisés aux dimensions du four : 215 cm de long, 96 cm de large, 5,5 cm de profondeur et 2 cm d'épaisseur ; les plus grands côtés sont pourvus de poignées d'environ 20 cm.

Figure 77 : Four Chorkor chargé de claies



Les dimensions indiquées sont les plus courantes mais elles doivent toujours être réalisées à la dimension du four. Le grillage doit avoir un maillage de 1 cm pour les très petits poissons, ou 3 cm pour les plus gros.

– Coût :

Il est peu élevé, surtout s'il est construit en boue maniée à la main.

– Durée de vie :

Elle dépend du matériau utilisé : elle est courte avec l'argile (deux ans), plus longue avec le ciment (cinq ans).

– Données sur le séchage-fumage :

La capacité de chargement est de 150 à 200 kg. La durée du fumage est de 8 à 18 heures. Pour des petits poissons (ethmaloses et sardinelles), il faut compter de trois à six heures pour un produit de très bon goût mais de conservation réduite (une à deux semaines). Si on veut pouvoir les conserver plus longtemps, il faut compter de 8 à 18 heures de fumage.

La teneur en eau du poisson fumé varie de 30 à 40 %. La consommation de combustible est faible : environ 0,25 à 0,4 kg/kg de poisson frais (ce qui représente une économie de combustible de 30 à 40 % en comparaison aux fours traditionnels). La consommation spécifique est de 2 700 à 4 000 kCal/kg d'eau éliminée.

Pendant le fumage, les claies remplies de poisson sont emboîtées les unes au-dessus des autres. Elles forment ainsi une « cheminée » qui améliore la répartition de la chaleur et de la fumée et contribue aux économies de combustible. On peut ainsi placer jusqu'à quinze claies au-dessus du four. En fait, la moyenne se situe autour de huit. Chaque claie est chargée d'environ 15 kg de poisson.

Pour le feu, on utilise du bois dur, qui brûle doucement et permet d'atteindre des températures supérieures à 80°C tout en produisant peu de suie. On peut en fin d'opération ajouter de la paille, des coques fibreuses de noix de coco qui produisent beaucoup de fumée.

Il faut retourner les poissons trois à cinq fois durant le fumage. Pour ce faire, il suffit d'inverser l'ordre des claies de façon à ce que celles du bas passent au dessus et vice versa ; il faut aussi les tourner d'un demi-tour pour changer leur position par rapport au feu (le vent modifie la température du côté exposé des claies). Pour les petits poissons, il faut les renverser en retournant une claie de poissons demi-fumés sur une claie vide, tandis que les grosses pièces coupées en morceaux sont tournées individuellement à la main sur chaque claie.

Figure 78 : Chargement des claies



Au bout d'une heure de cuisson / fumage (pour les petits poissons) ou six heures (pour les grosses espèces), on peut réunir sur une seule claie les contenus de plusieurs. Le poisson peut ainsi continuer à fumer à feu modéré (températures inférieures à 60°C) et on obtient alors un produit bien sec (de 15 à 10 % d'humidité) après trois jours de séchage final.

Les claies peuvent aussi être utilisées pour le stockage du poisson fumé. Elles sont empilées les unes sur les autres sur un support (vieux four) dans un endroit sec et recouvertes d'une bâche plastique pour le protéger de la pluie. En cours d'entreposage, il convient de surveiller l'apparition de moisissures. Pour éviter cela, on conseille de refumer régulièrement les poissons stockés (ce qui est simple si les claies de stockage ont été placées sur un vieux four).

Ce four dont on vient de voir les nombreux avantages a cependant un petit inconvénient : si la capacité de poisson à fumer est trop faible et que le four n'est pas utilisé à sa pleine capacité, il n'est plus rentable et sa consommation relative en bois augmente. Ainsi, ce four ne peut être conseillé que lorsque la quantité de poisson à fumer journallement est importante et régulière.

Exemple :

Des essais réalisés au Bénin (source : rapport FAO sur la technologie du poisson en Afrique) ont montré que pour une capacité de 30 kg (maximum pour un four traditionnel, très faible pour un four Chorkor), on obtient les consommations en bois suivantes :

Type de four	Consommation en bois (kg / kg de poisson frais)
Four traditionnel (construit sans aucunes règles)	0,74
Four Chorkor	1,04

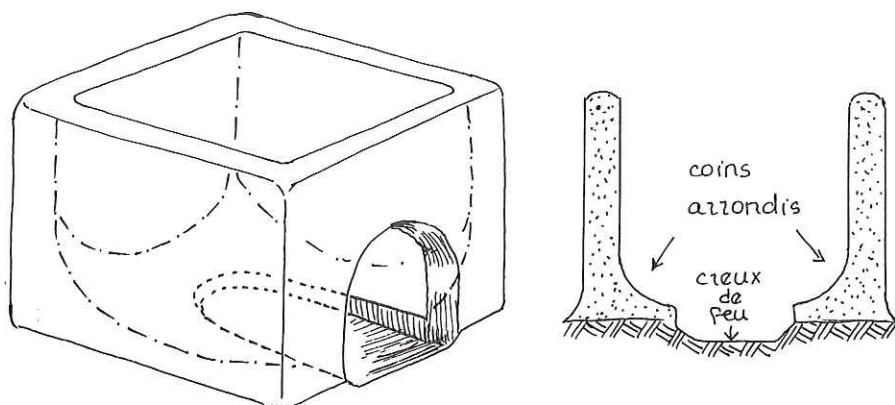
Cependant, on peut apporter quelques modifications dans l'utilisation de ce four : si la quantité de poisson à fumer est trop faible pour utiliser à plein régime le four à double foyer, on peut en fabriquer un à simple foyer (longueur divisée par deux).

Les claies sont alors plus petites (elles ne couvrent qu'un seul compartiment); elles sont donc plus légères, plus faciles à manipuler et le cadre est plus résistant ; mais le plus simple est de prévoir une cloison entre les foyers et de n'utiliser que la moitié du four.

Une autre modification a été réalisée au Bénin qui diminue la consommation en bois et le temps de fumage.

C'est un four Chorkor dont la maçonnerie intérieure a été changée. Les angles du four sont arrondis (ce qui rappelle l'aspect intérieur du four traditionnel), ce qui augmente la condensation de la chaleur. La forme extérieure de ce four Chorkor modifié reste la même.

Figure 79 : Intérieur d'un four Chorkor amélioré



Des essais de fumage ont été réalisés au Sénégal et au Bénin pour comparer la qualité et l'efficacité du four. Ces expérimentations ont porté sur le fumage des sardinelles et des chinchars.

Trois fours (traditionnel, chorkor simple et chorkor amélioré) ont été chargés de poissons, et trois essais ont été réalisés :

- 1^{er} essai : tous les fours sont chargés de 30 kg de chinchards disposés sur trois claies ;
- 2^e essai : le four traditionnel est chargé de 35 kg de chinchards sur trois claies, les fours chorkors contiennent 80 kg sur quatre claies ;
- 3^e essai : 32,4 kg de sardinelles sont disposés sur les trois claies du four traditionnel, 116 kg dans les fours chorkors (huit claies).

La moyenne des résultats est transcrite dans le tableau suivant.

Type de four	Consommation en bois (kg/kg de poisson frais)	Temps de fumage	Perte de poids du poisson (due à la déshydratation)
Four traditionnel	0,74	5 h 1 mn	52,8 %
Four Chorkor « normal »	0,500	6 h 05 mn	54,2 %
Four Chorkor « modifié »	0,398	4 h 47 mn	57,57 %

Source : projet modèle Bénin, 1987 (rapport FAO n° 400).

– Avantages de ce four Chorkor amélioré :

Comme pour tous les fours de type Chorkor, le coût est relativement peu élevé, surtout s'il est réalisé en argile. Les économies de bois de feu sont très importantes. Elles sont dues à la durée de fumage réduite et à la meilleure combustion du bois. En effet, la forme arrondie concentre l'activité du foyer. L'importante capacité lui permet de fumer de grosses quantités de poisson en une seule fois. Malgré le poids du chargement de poisson, les claies sont faciles à manier car elles sont munies de deux poignées. Le poisson fumé est de meilleure qualité car la fumée est bien répartie et on n'observe pas de condensation de produits nocifs.

On peut utiliser ces fours pour entreposer les produits et les refumer en cours de stockage.

– Inconvénients :

Avant de commencer le fumage, un triage est obligatoire car le poisson doit être homogène pour chaque fournée : même espèce, même taille. Les claies sont d'un coût relativement élevé dans certains pays et doivent être renouvelées tous les deux ou trois ans. Ce sont les femmes de pêcheurs à Chorkor (Ghana) qui l'ont utilisé en premier, mais actuellement ce four est très largement répandu en Afrique de l'Ouest.

– Renseignements :

- Food Réseau Instituté, PO Box M20, Accra, Ghana.
- FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Le four Altona

– Principe :

Le principal objectif de ce four est le fumage mais il sert aussi au séchage.

– Description :

Le four Altona est copié sur les anciens fours utilisés en Europe. De nombreuses variantes existent en ce qui concerne les matériaux utilisés et les dimensions du fumoir, mais le principe reste le même.

Un foyer en briques (ciment ou argile) est surmonté d'une chambre de fumage cubique (en tôle, en bois ou en briques) qui s'ouvre sur la partie avant par une porte à double battant. Les claies sont disposées sur des baguettes de façon à ce qu'elles puissent être retirées et manipulées facilement.

– Caractéristiques et construction :

Version maçonnerie :

Ce four se compose d'une unité de fumage placée sur un foyer. Le foyer est fait de briques ou de blocs d'argile séchés au soleil. Les dimensions intérieures du foyer sont approximativement de 90 cm x 105 cm. Les murs de 90 cm de haut sont doubles avec un espacement d'environ 5 cm. L'ouverture du foyer (45 cm x 45 cm environ) est faite dans le mur de devant. Voir figure 80, page ci-contre.

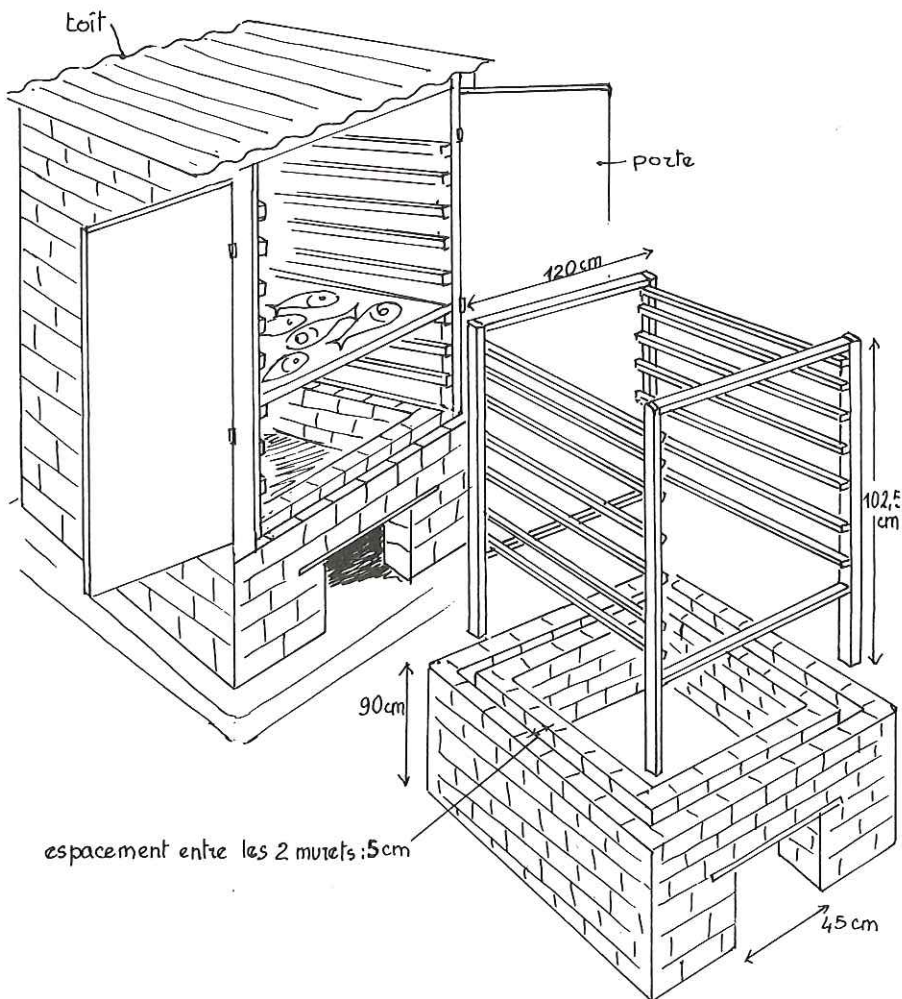
L'unité de fumage est une charpente en lattes de bois (de 5 cm de section) recouverte de plaques de tôle ondulée. Les dimensions intérieures de la charpente sont : 120 cm x 120 cm pour la base, 102,5 cm de haut à l'avant et 90 cm de haut à l'arrière (l'écoulement des eaux de pluies est ainsi dirigé vers l'arrière du four). La charpente est garnie de sept paires de supports parallèles sur lesquels seront glissés les plateaux chargés de poissons.

L'unité de fumage peut être fermée par une porte à deux battants. Le toit, fait de plaques de tôle ondulée, est cloué sur deux lattes de bois placées sur les côtés latéraux, de façon à laisser de petites ouvertures (5 cm) sur les murs avant et arrière et permettant ainsi l'échappement limité de chaleur et de fumée.

Les claies (110 cm x 110 cm) sont formées d'un cadre de bois sur lequel est fixé un grillage métallique (mailles de 1,25 cm). Elles seront de préférence fabriquées avec du bois dur car elles doivent supporter la chaleur du four. Dans certains cas, les dimensions de ce type de four sont plus grandes : 170 cm x 150 cm de base et 220 cm de hauteur.

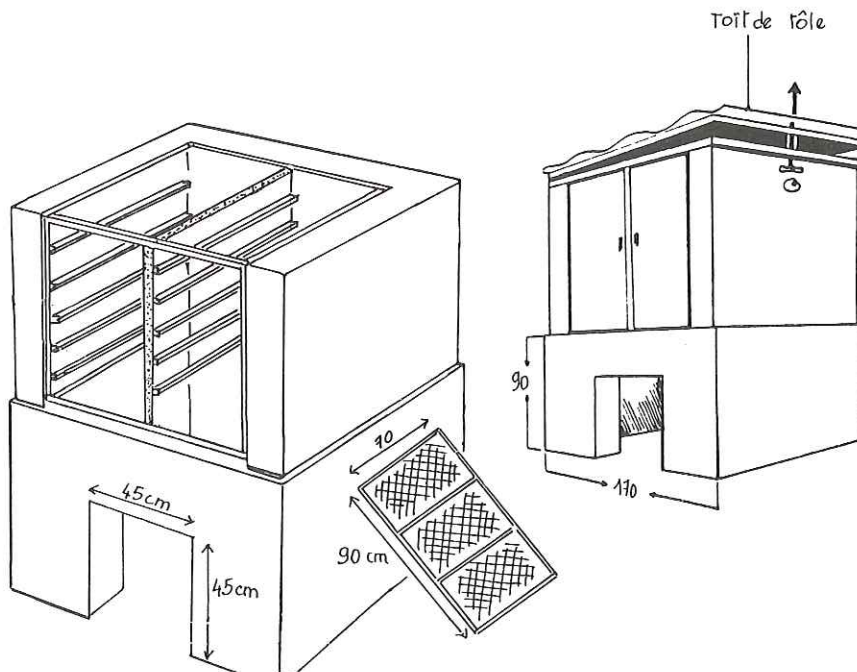
Un petit mur sépare la chambre de fumage en deux parties (meilleur support des claies). On peut placer jusqu'à vingt claies dans ce type de fumoir (deux

Figure 80 : Four en maçonnerie
(l'armature est en bois)



fois dix claies). Elles sont constituées d'un cadre de bois de 0,85 cm de large, 1,70 cm de long et 35 mm de section sur lequel est cloué un grillage métallique. Le toit est aussi plus perfectionné : une poignée placée sur le côté du four permet d'agrandir ou de diminuer l'espace entre le toit et la charpente. Voir figure 81 page suivante.

Figure 81 : Four Altona plus perfectionné

*Version argile :*

Les dimensions de ce four ne diffèrent pas beaucoup du précédent. La charpente est constituée d'un chassis de bâtons, bambous ou tout autre matériau disponible. Sur ce chassis est monté un treillis fait de bâtons entrecroisés. Cette construction est enduite d'argile humide de boue ou de ciment. Avant que ce matériau ne durcisse, on y insère des morceaux de bâtons ronds et lisses qui serviront de support aux claies de fumage.

Les murs du foyer sont plus épais que ceux de la chambre de fumage (20 à 25 cm pour le foyer, 10 à 15 cm pour la chambre). Le toit peut être fait de bois de nattes tressées ou de tôle ondulée. Parfois le toit est réalisé en argile, il est alors pourvu d'une cheminée. Voir la figure 82, page ci-contre.

– Coût :

Il est plus ou moins élevé selon le type de four (maçonnerie ou argile) mais il est de toute façon beaucoup plus cher qu'un four « Côte d'Ivoire ».

– Durée de vie :

En tôle, assez courte surtout sur les côtés (rouille facilement) ; en brique, durée de vie moyenne.

– Données sur le séchage-fumage :

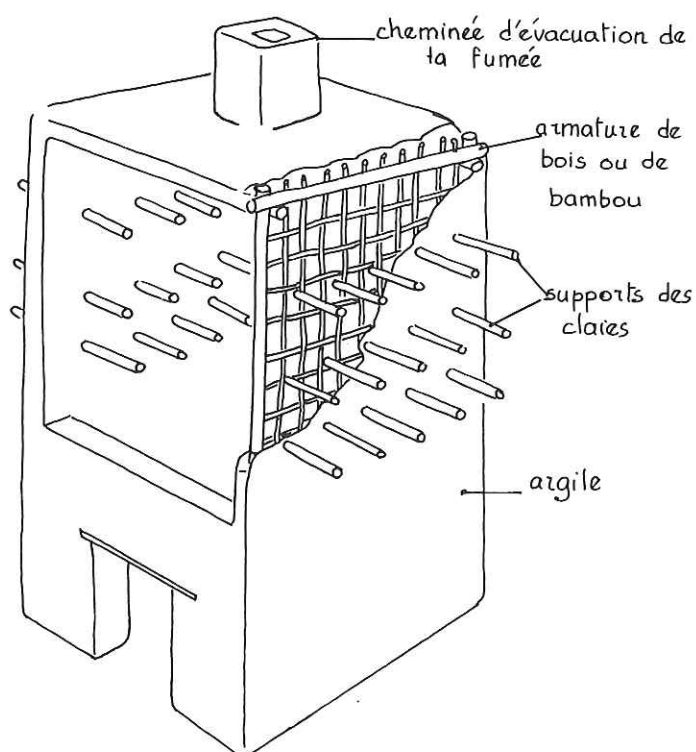
La capacité de chargement : 150 à 200 kg. Le temps de fumage est de cinq à sept heures. En fin de fumage, la teneur en eau du poisson est de 40 à 60 %. La consommation en bois est de 0,5 à 0,7 kg/kg de poisson frais. La consommation spécifique est de 2 500 kCal/kg d'eau évaporée (Themelin, 1987).

– Avantage : Le produit est de bonne qualité.

– Inconvénients :

Son coût élevé le rend souvent incompatible avec les capacités d'investissement des transformatrices. L'entretien du feu est un travail délicat et

Figure 82 : Four en argile



pénible, et les claies sont souvent difficiles à manipuler surtout quand elles sont chargées et qu'elles sont placées en haut du four. Quelques transformatrices en font usage mais il reste peu utilisé en raison de son coût onéreux.

– Renseignements :

FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Les fumoirs-armoires

– Principe : fumage / séchage.

– Données climatiques : Philippines.

– Introduction :

Les armoires fumoirs sont des matériels utilisés en Europe à l'échelle artisanale. Il existe un très grand nombre de petits constructeurs en Europe mais aussi aux Philippines et en Amérique du Sud. Les fumoirs peuvent être construits par des entreprises de mécanique sur place et leur complexité sera fonction des moyens locaux. Le produit obtenu est bien sûr de très bonne qualité mais le coût élevé de production se répercutera sur le prix de vente.

Chacun adaptera les exemples donnés ci-dessous selon ses propres possibilités.

– Description :

La figure 83 page ci-contre donne quelques exemples de ce type de fumoir. Le principe est toujours le même : une armoire en tôle ou en acier à la base de laquelle se trouve soit le foyer, soit l'arrivée de fumée dans le cas d'un foyer séparé. Le poisson est disposé sur des claies ou suspendu sur des baguettes.

Le fumage peut se faire à froid ou à chaud selon l'éloignement du foyer. Les armoires peuvent aussi servir pour un séchage seul : il suffit de détourner la fumée en dehors de la chambre de séchage.

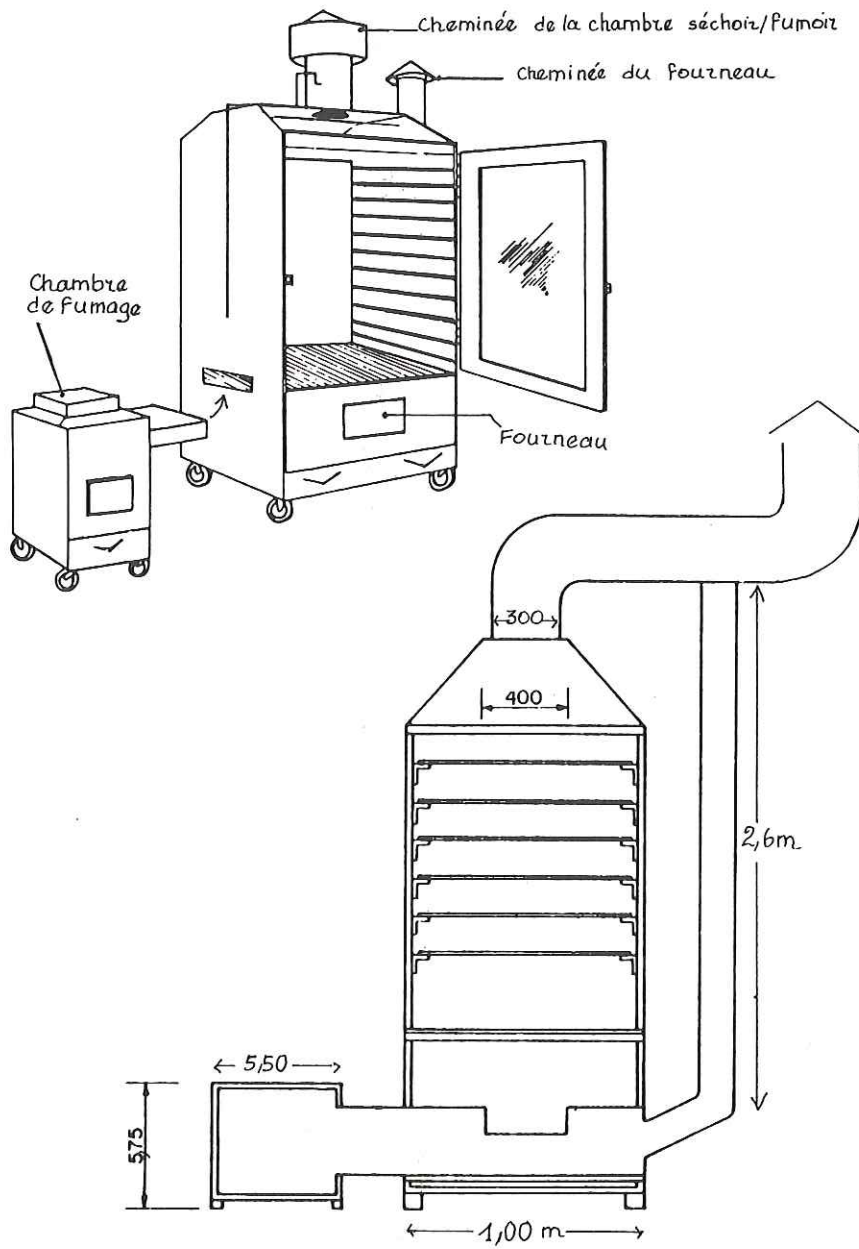
– Données sur le fumage :

Ce sont celles d'un fumoir GTZ : capacité de chargement de 70 à 120 kg ; temps de fumage entre 10 et 15 h ; consommation en bois d'environ 0,6 kg/kg de poisson frais.

– Avantage :

Très bonne qualité du poisson.

Figure 83 : Fumoirs armoires



- Inconvénient : Coût très élevé.

- Utilisateurs :

Bien entendu, ce type de matériel s'adresse à des petites entreprises et non plus à des artisans individuels.

- Renseignements :

GTZ, Dag - I - Weg 1-2, Postfach 5180, D-6236 Escher 1, RFA.

FAO, via delle Terme di Caracalla, 0100, Rome, Italie.

Les fumoirs modernes

- Principe : Fumage à froid ou à chaud / séchage.

- Données climatiques :

Ce type de matériel n'est pas tributaire des conditions climatiques.

- Description et caractéristiques :

On entend par fumoir « moderne » les appareils où toutes les conditions de fumage sont contrôlées soit manuellement, soit automatiquement (électronique, ordinateur). Dans ces types de fumoir, toutes les fonctions sont donc séparées. Le générateur de fumée est indépendant et ne fournit presque pas de chaleur. Le séchage se fait par un circuit forcé d'air, chauffé – généralement électriquement – à la température désirée. Il peut même y avoir un système de refroidissement si l'air extérieur est trop chaud (en été par exemple).

L'humidité relative de l'air est aussi contrôlée et peut être abaissée par un déshumidificateur. Ici sont données les caractéristiques de petites unités mais ces fumoirs peuvent bien sûr atteindre des capacités très importantes ; il existe même des systèmes en continu pouvant produire jusqu'à 900 kg de poisson fumé par heure. Plusieurs types de fumoirs sont présentés à titre indicatif (figures 84 et 85, pages 231 et 232).

- Données sur le fumage :

Il s'agit souvent de poisson fumé à froid (saumon par exemple). Ces produits ne se conservent pas à température ambiante et doivent être congelés ou réfrigérés dans un emballage sous vide.

- Renseignements :

IFREMER, 155 rue Jean-Jacques Rousseau, Issy-les-Moulineaux, France.

Figure 84 : Modes de production de fumée

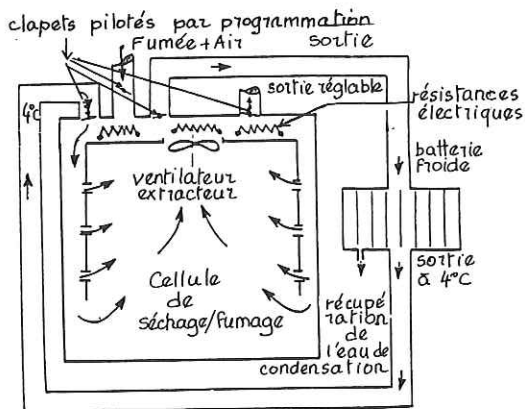
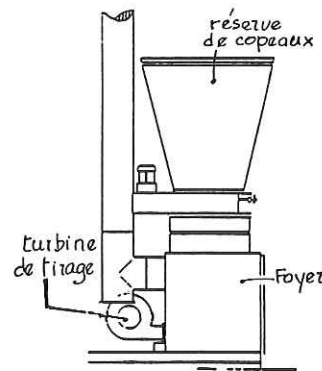
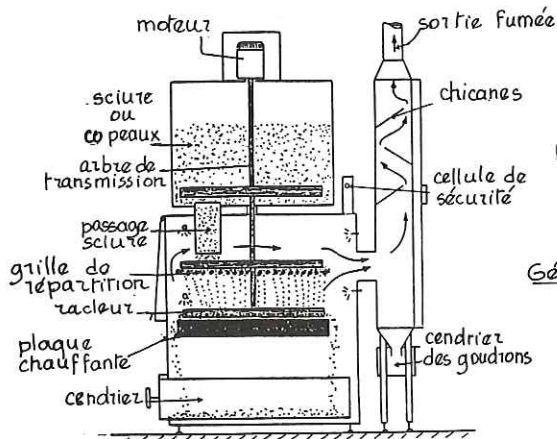


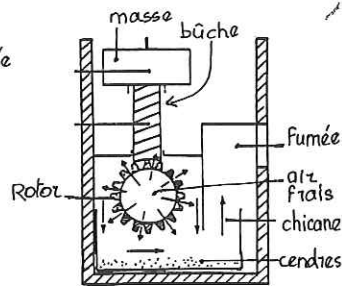
Schéma de principe d'une enceinte de séchage climatisée



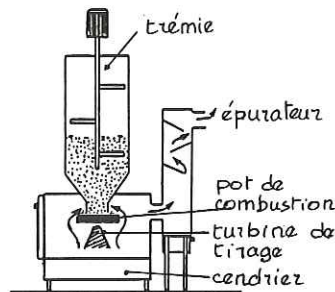
Générateur de fumée conventionnel



Groupe générateur de fumée à plaque chauffante thermostatée (modèle SFEC)

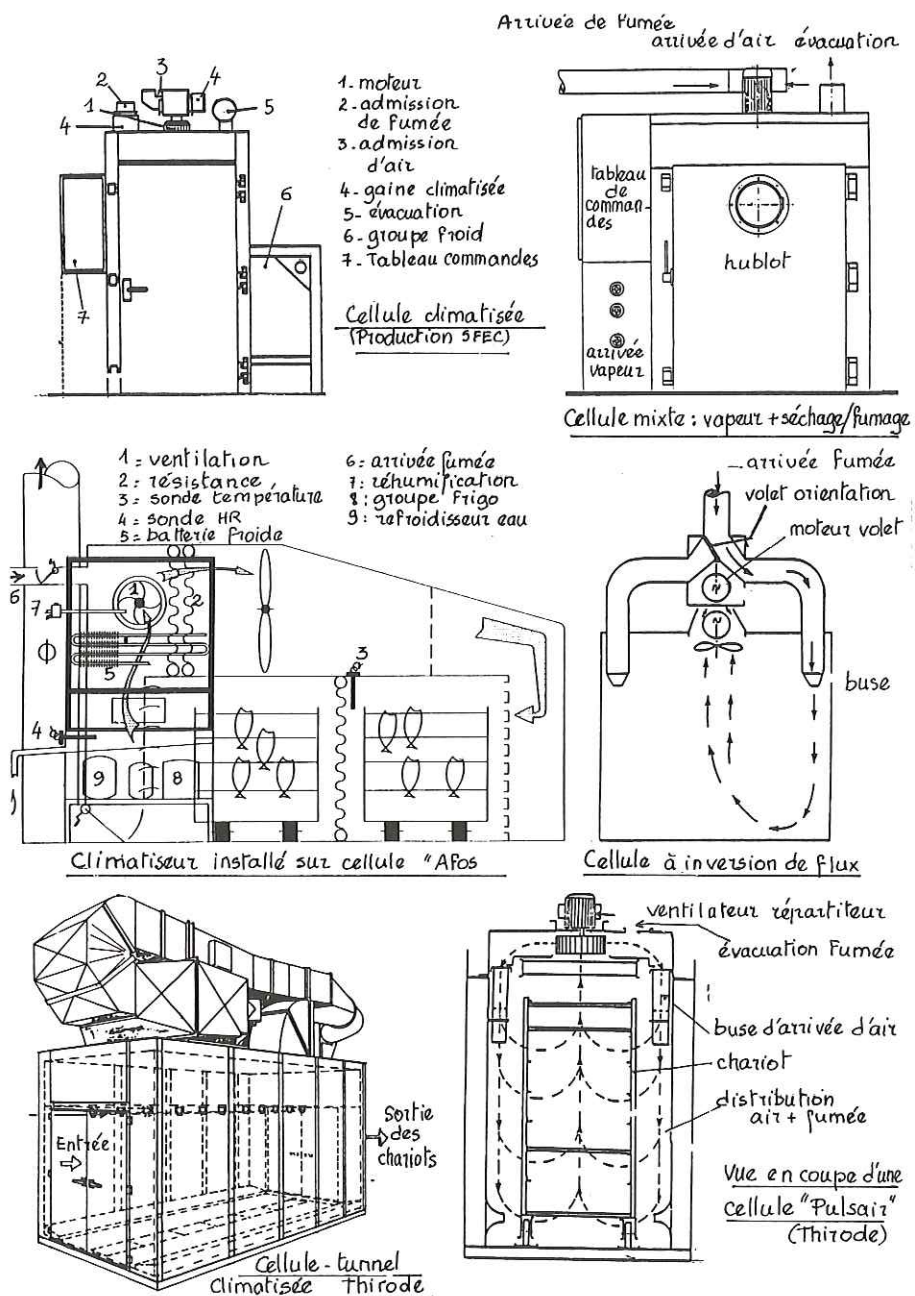


Générateur de fumée à friction



Générateur de fumée à autocombustion

Figure 85 : Fumoirs « modernes »



Comparaison de plusieurs fours améliorés

Le fumage et le séchage des poissons sont deux modes de conservation très utilisés en Afrique de l'Ouest. Les coûts engendrés par cette activité sont de plus en plus élevés et afin de pouvoir mieux conseiller les transformatrices, de nombreux essais en fours ont été réalisés.

Les fumoirs observés sont les suivants :

- fumoir traditionnel (argile, rond) ;
- fumoir bidon d'essence ;
- fumoir Côte d'Ivoire ;
- Chorkor en argile ;
- four Altona.

Conditions de réalisation des essais

Ils ont été réalisés à la halle pilote du Food Réseau Instituté à Accra (Ghana) en 1986. Au total, vingt-six essais ont été réalisés : deux avec le thon, un avec la sardinelle, pour chaque type de four.

Matière première

Du poisson congelé :

- thon : poids moyen de 1,5 kg à 5,5 kg, coupé si nécessaire en deux ou trois morceaux de 1,5 à 2 kg ; teneur initiale en eau : 70,5 % ;
- sardinelle : entières ; teneur initiale en eau : 71,1 %.

Mode opératoire : les poissons sont simplement lavés et égouttés avant d'être fumés.

Les résultats de ces essais sont résumés dans le tableau 20, pages suivantes.

Tableau 20 : Comparaison de

	Four rond traditionnel		Four bidon cylindrique	
Espèces de poissons fumés	Thon	Sardinelle	Thon	Sardinelle
Poids de poisson chargé (en kg)	61	33	71	38
Temps de fumage en heure	3,10	7	3,00	7,30
Teneur en eau du poisson fumé (%)	66,1	42,5	63,7	42,5
Consommation de combustible en kg/kg de poisson frais	0,39	0,92	0,29	0,6
Contrôle du fumage / séchage	Difficile, le feu doit être retiré pour retourner les poissons		Id	
Facilité d'emploi	Mauvais. Les femmes ne l'aiment pas car il faut travailler au-dessus de la fumée.		Id	
Qualité du produit	Moyen. Très sec et bonne couleur. Poisson marqué.		Id	
Distribution de la température	Bon		Variable. La température au centre est très haute, mauvaise circulation.	
Durée de vie	Courte, malgré couverture et entretien.		Moyenne, tend à rouiller.	
Possibilités stockage du poisson fumé	Moyen		Mauvais	
Coût de construction	Bas		Élevé	
Rapport qualité / prix	Mauvais		Moyen - mauvais	

Sources : UNIFEM, Fish Tech News, Vol. 10 n° 1, 1990 et Rapport FAO.

plusieurs fours améliorés

Four Côte d'Ivoire		Four Chorkor		Four Altona		N° de colonne
Thon	Sardinelle	Thon	Sardinelle	Thon	Sardinelle	
130	76	226	180	182	184	1
4,45	7,00	4,15	7,40	4,30	7,00	2
62,4	50,00	59,6	40,2	65,3	47,2	3
0,35	0,47	0,21	0,35	0,22	0,7	4
Assez facile, en déplaçant les claies.		Facile, en déplaçant les claies.		Pas très facile.		5
Moyen, pourrait être amélioré grâce à des poignées sur les claies.		Bon. Bien accepté par les femmes.		Mauvais Difficulté pour déplacer les claies du haut. Les femmes ne l'aiment pas.		6
Moyen. La fumée tend à se condenser sur la plaque dispersatrice, mauvaise couleur.		Bon		Bon		7
Bonne distribution verticale. Distribution horizontale variable.		Variable, dépend de la force du vent.		Bonne distribution verticale. Distribution horizontale variable.		8
Moyenne		Courte, malgré couverture et entretien.		Longue		9
Moyen		Bon		Mauvais		10
Élevé		Bas		Très élevé		11
Moyen - bon		Bon		Mauvais (trop cher)		12

Lorsqu'on compare le temps de fumage, la teneur en eau du produit fini et la consommation de bois (colonnes 1,2,3,4), on voit que c'est le four Chorkor qui est le plus économique.

La qualité du produit fini (colonne 7) dépend beaucoup du type de four utilisé mais aussi de l'expérience et du savoir-faire des transformatrices. Cette qualité est correcte pour le four traditionnel, le four bidon et le four Côte d'Ivoire (quoique, pour ce dernier, les consommateurs lui reprochent la couleur trop pâle donnée au poisson, due à une mauvaise dispersion de la fumée). Elle est bonne pour le four Chorkor et le four Altona.

Pour tous ces fours, la distribution de chaleur (colonne 8) n'est pas homogène : généralement la distribution verticale est correcte (quoique les claies du bas soient plus chauffées que celles du haut); mais la distribution horizontale est assez variable, en particulier on observe une forte condensation de chaleur au centre des claies. Pour le four Chorkor, la répartition de la température est meilleure mais elle reste cependant très influencée par la force du vent (d'où la nécessité, lorsqu'on retourne les poissons et qu'on inverse l'ordre des claies, de leur faire une rotation d'un demi-tour).

Si on se place du point de vue des transformatrices (colonnes 5 et 6), on voit qu'elles n'aiment pas beaucoup utiliser le four traditionnel et le four « bidon » car il est difficile de travailler au-dessus lorsqu'il faut changer les poissons de place (beaucoup de fumée et dégagement de chaleur). Le four Altona ne les satisfait pas non plus car il est difficile de déplacer les claies lors du chargement, du déchargement ou du réaménagement en cours de fumage ; aussi, dans certains cas, elles négligent cette dernière opération.

Le four Côte d'Ivoire est mieux accepté quoique le maniement des claies assez lourdes nécessite l'emploi de quatre personnes. Des poignées pourraient être placées sur ces claies, ce qui faciliterait leur utilisation. La plaque de diffusion ne fonctionne pas toujours très bien car elle est facilement bouchée par l'huile qui dégoutte du poisson en cours de fumage, il faut donc la nettoyer très régulièrement (après chaque opération).

Le four Chorkor a leur préférence car, en plus de ses bonnes performances, il est d'un emploi aisé : le réaménagement des poissons est un travail fastidieux et le maniement facile des claies est très apprécié. Elles sont satisfaites de son adaptabilité qui leur permet de fumer de grosses quantités de poissons quand cela est nécessaire ou de n'utiliser que la moitié du four lorsqu'elles ne disposent que d'une petite quantité de produit à transformer.

De plus, elles peuvent utiliser ce four pour stocker les produits transformés (colonne 10) avec la possibilité, si l'humidité de l'air est grande, d'effectuer un refumage sans avoir à manipuler le poisson.

Du point de vue du coût (colonne 11), seuls les fours traditionnels et le four Chorkor sont d'un coût peu élevé. Le four Altona n'est pas du tout envisageable au niveau artisanal mais peut avoir sa place dans une coopérative ou dans un très bon environnement commercial.

Le four ayant la plus longue durée de vie est le four Altona (colonne 9).

Si on regarde le rapport qualité/prix (colonne 12), on peut classer ces différents fours selon l'ordre suivant (du meilleur au moins bon) : Chorkor / Côte d'Ivoire / cylindrique en terre / cylindrique métallique / traditionnel / Altona.

Mais certaines transformatrices restent fidèles à leurs habitudes. Ainsi, quelques femmes du quartier de Cifago à Cotonou possèdent dans leur cour plusieurs types de fours cylindriques ; certains sont fabriqués en terre, d'autres sont réalisés avec des bidons. Malgré les économies de combustibles que réalisent les fours cylindriques en terre, préfèrent-elles le four cylindrique métallique, qui, disent-elles « va plus vite » ? Pour elles, la rapidité de l'opération passe avant les économies d'énergie. (22)

Dans ce domaine de l'amélioration des techniques, il faut toujours connaître les limites des actions ayant pour objectifs uniques les économies d'énergie ou l'amélioration de la qualité des produits. En effet, les objectifs principaux des transformatrices sont d'abord l'accroissement des revenus, la minimisation des risques, et la facilité de réalisation (si la technologie nouvelle comporte trop de contraintes, elle est tout simplement rejetée).

(22) Source : « Étude technique et économique de l'amélioration des procédés traditionnels de traitements du poisson au Sénégal », ALTERSIAL, 1988.

QUESTIONS À SE POSER
AVANT D'INTRODUIRE DES TECHNIQUES AMÉLIORÉES

Source : UNIFEM

- *Quelle expérience la formatrice a-t-elle eue avec des techniques nouvelles ou améliorées ?*
- *La méthode ou l'équipement amélioré diminueront-ils la quantité de travail requise ?*
- *L'amélioration accroîtra-t-elle la production ? Si oui, le rôle des femmes et/ou de la famille sera-t-il modifié ?*
- *L'amélioration aura-t-elle un effet sensible sur le temps consacré à la transformation ?*
- *L'introduction de matériel de séchage amélioré (claies de séchage, fours de fumage améliorés) sera-t-elle à la portée des possibilités financières des formatrices ?*
- *Les matériaux de construction sont-ils disponibles ?*
- *L'amélioration implique-t-elle une formation importante des formatrices ?*
- *L'amélioration nécessitera-t-elle des matières premières supplémentaires ou en plus grandes quantités que dans le passé ? Ces matières premières sont-elles disponibles ?*
- *L'amélioration nécessitera-t-elle des moyens auxquels il n'était pas fait appel dans le passé (par exemple eau propre, combustibles) et ces moyens sont-ils disponibles ?*
- *L'amélioration sera-t-elle à la portée des possibilités financières des formatrices ? Si non, le coût peut-il être supporté à titre collectif ?*

- *Si le crédit est nécessaire, est-il accessible ? Quels sont les mécanismes locaux ? Quels sont les taux d'intérêt ?*
- *Quels seront les effets de la transformation améliorée sur le revenu de l'opératrice ? Sur les coûts (dépenses d'équipement, dépenses de fonctionnement) ?*
- *Les femmes seront-elles en mesure de rembourser le prêt ?*
- *Quelle sera la rentabilité de l'investissement ?*
- *Combien de temps faudra-t-il aux transformatrices pour couvrir le coût des améliorations ?*
- *Quels en seront les effets sur le nombre de travailleurs et le temps de travail ?*
- *Quels en seront les effets sur l'organisation de la transformation et de la commercialisation ?*
- *Qui percevra les recettes provenant du procédé amélioré ?*
- *L'amélioration affectera-t-elle le prix du produit sur le marché ?*
- *L'amélioration modifiera-t-elle le goût, l'apparence, la texture ou l'odeur du produit ? Si oui, est-ce acceptable ?*
- *L'amélioration changera-t-elle ou introduira-t-elle de nouvelles responsabilités pour la transformatrice ?*
- *Ces responsabilités seront-elles culturellement acceptables ? Les transformatrices seront-elles en mesure de faire face à toutes nouvelles contraintes ?*

ANNEXES

ANNEXE 1

La pêche et le poisson en chiffres en Afrique de l'Ouest

ANNEXE 2

Données scientifiques pour contrôler une opération de fumage

ANNEXE 3

Critères scientifiques pour apprécier la qualité du poisson

ANNEXE 1

La pêche et le poisson en chiffres en Afrique de l'Ouest

TABLEAU 1

Estimations des captures en mer en 1989

TABLEAU 2

Emploi dans le secteur primaire des pêcheries

TABLEAU 3

Données socio-économiques sur le secteur de la pêche artisanale,
indicateurs nutritionnels

TABLEAU 4

Produits de la mer disponibles par pays en Afrique de l'Ouest

TABLEAU 5

Moyennes de consommation par habitant
en Afrique de l'Ouest

Tableau 1 : Estimations des captures en mer en 1989

Pays	Total	Capture en pêche artisanale (en tonnes)
Sénégal	340 000	244 000 (soit 71,8 % du total)
Ghana	289 282	220 877 (76,3 %)
Nigéria	213 951	181 279 (85 %)
Mauritanie	91 500	14 144 (15,5 %)
Côte d'Ivoire	63 000	31 000 (49 %)
Cameroun	62 529	35 000 (56 %)
Sierra Leone	37 273	32 273 (86 %)
Guinée	35 000	34 000 (97 %)
Congo	21 706	8 600 (40 %)
Gabon	20 072	13 920 (69 %)
Gambie	14 918	10 890 (73 %)
Togo	14 755	13 000 (88 %)
Libéria	14 000	10 000 (71,4 %)
Bénin	9 062	8 253 (91 %)
Cap Vert	8 599	6 391 (74,3 %)
Guinée Équatoriale	3 600	3 600 (100 %)
Guinée Bissau	3 500	3 000 (86 %)
Sao Tomé & Principe	2 500	2 500 (100 %)
Zaïre	2 000	2 000 (100 %)

Sources : FAO Yearbook of Fishery Statistics 1989, IDAF 1989.

Tableau 2 : Emploi (nombre de personnes actives)

	À plein temps		
	Maritime		
	Industriel	Artisanal	Sub-total
Nigéria	n.e.	n.e.	n.e.
Ghana	n.e.	n.e.	90 000
Cameroun	360	18 000	18 360
Sénégal	3 600	30 400	34 000
Bénin	100	3 000	3 100
Sierra Leone	n.e.	n.e.	n.e.
Côte d'Ivoire	1 000	13 000	14 000
Guinée	500	5 000	5 500
Congo	150	1 500	1 650
Togo	30	2 500	2 530
Libéria	200	4 200	4 400
Gambie	150	1 800	1 950
Mauritanie	1 000	1 500	2 500
Gabon	300	5 600	5 900
Guinée Bissau	450	3 000	3 450
Cap vert	300	2 600	2 900
Sao Tomé & Principe	n.e.	n.e.	2 130
Guinée Équatoriale	-	2 070	2 070

Source : Compte rendu du séminaire sur le crédit à la pêche artisanale en Afrique de l'Ouest (Abidjan, 16-20 sept. 1991). Rapport sur les pêches n° 480, FAO, 1992.

dans le secteur primaire des pêcheries

À plein temps		À temps partiel	Grand total	Année de référence
Eaux continentales	Total			
n.e.	184 750	252 710	437 460	1984
27 000	117 000	n.e.	117 000	1987
23 000	41 360	n.e.	41 360	1985
3 000	37 000	n.e.	37 000	1985
5 000	8 100	17 000	25 100	1985
n.e.	22 000	n.e.	22 000	1986
6 000	20 000	2 000	22 000	1986
700	6 200	10 000	16 200	1987
10 000	11 650	2 500	14 150	1987
8 750	11 280	2 050	13 330	1983
2 400	6 800	1 590	8 390	1987
1 000	2 950	5 000	7 950	1987
3 500	6 000	1 500	7 500	1986
600	6 500	300	6 800	1987
150	3 600	300	3 900	1987
-	2 900	830	3 730	1985
-	2 130	1 000	3 130	1986
400	2 470	220	2 690	1986

Tableau 3 :
Données socio-économiques sur le secteur de la pêche artisanale
Indicateurs nutritionnels

	Offre journalière de calories per capita 1986	Offre de poisson per capita 1986 (poids vif) (kg/an)	Poisson en % de la consommation de protéines animales 1986	Enfants de moins de cinq ans souffrant de malnutrition protéino-énergétique moyenne 1980-88	Consommation journalière de calories en % des besoins 1984-86
Mauritanie	2.320	14.3	12.1	40	92
Sénégal	2.350	28.1	37.5	22	99
Gambie	2.520	19.8	40.0	n.e.	103
Cap Vert	2.720	23.9	43.7	19	125
Guinée Bissau	2.170	2.9	12.5	23	92
Guinée	1.780	6.1	33.3	n.e.	77
Sierra Leone	1.850	16.4	66.7	23	81
Libéria	2.380	16.0	40.0	20	102
Côte d'Ivoire	2.560	18.1	30.8	12	110

Ghana	1.760	23.0	50.0	27	76
Togo	2.210	11.3	33.3	24	97
Bénin	2.180	7.5	22.2	n.e.	95
Nigéria	2.150	5.1	33.3	n.e.	90
Cameroun	2.030	19.0	22.2	17	88
Guinée Équatoriale	n.e.	14.8	n.e.	n.e.	n.e.
Gabon	2.520	24.3	32.1	n.e.	107
Sao Tomé & Principe	2.340	36.6	66.7	17	103
Congo	2.620	44.1	65.0	17	117
Zaire	2.160	6.5	28.6	28	98
Angola	1.880	18.0	43.7	n.e.	82

Sources :
Human Development Report, 1991.
FAO Fisheries Circular n° 810, 1988.

Tableau 4 : Produits de la mer disponibles

Pays	Production en tonnes (poisson, crustacés et mollusques)	Importations (en tonnes)			
		Frais congelé	Transformé	Mollusques Crustacés	Conserves
Bénin	42 236	1 400	814	-	-
Burkina Faso	8 006	6 500	1 600	-	250
Cap Vert	6 426	-	2	15	-
Côte d'Ivoire	100 614	195 756	117	35	2 262
Gambie	17 619	7 000	-	-	-
Ghana	361 734	40 447	120	-	-
Guinée	34 000	7 200	-	-	370
Guinée B.	3 540	-	-	-	-
Libéria	17 000	11 674	86	18	2 400
Mali	71 838	-	-	-	-
Mauritanie	92 612	-	-	-	150
Niger	4 751	140	-	-	450
Nigéria	259 507	417 136	2 016	5 941	18 078
Sénégal	268 781	34 000	-	30	500
Sierra Leone	53 000	2 600	-	-	234
Togo	16 458	20 783	2 935	209	5 000

Sources : Annuaire statistique des pêches, volumes 68 et 69, FAO, 1990. L'état du monde en 1991, annuaire économique et géographique mondial, Éditions La Découverte.

par pays en Afrique de l'Ouest

Exportations (en tonnes)				Disponible en tonnes
Frais congelé	Transformé	Mollusques Crustacés	Conserves	
-	-	150	-	44 300
-	-	-	-	16 356
3 470	-	28	50	2 895
41 900	1 500	652	38 294	216 438
4 600	725	326	-	18 968
19 190	9	3 486	2 100	377 516
-	-	-	-	41 570
81	-	454	150	2 855
202	520	-	-	30 456
-	-	-	-	71 838
33 960	752	40 655	-	17 395
-	-	-	-	5 341
281	43	7 741	-	694 613
74 500	1 190	19 737	18 936	188 948
908	-	1 617	-	53 309
1	-	7	-	45 377

Tableau 5 :
Moyennes de consommation par habitant en Afrique de l'Ouest

Pays	Disponible en tonnes	Population en millions d'habitants	Consommation en kg, par habitant et par an
Bénin	44 300	4,59	9,65
Burkina faso	16 356	8,76	1,86
Cap Vert	2 895	0,37	7,8
Côte d'Ivoire	216 438	12	18
Gambie	18 968	0,83	22,85
Ghana	377 516	14,5	26
Guinée	41 570	6,7	6,2
Guinée Bissau	2 855	0,96	2,97
Libéria	30 456	2,51	12,13
Mali	71 838	9,1	7,8
Mauritanie	17 395	1,9	9,15
Niger	5 341	6,8	0,78
Nigéria	694 613	109,2	6,36
Sénégal	188 948	7,17	26,35
Sierra Leone	53 309	4,05	13,16
Togo	45 377	3,35	13,45

Sources : Annuaire statistique des pêches, volumes 68 et 69, FAO, 1990. L'état du monde en 1991, annuaire économique et géographique mondial, Éditions La Découverte.

ANNEXE 2

Données scientifiques pour contrôler une opération de fumage

TABLEAU 1
Rôle des composés chimiques

TABLEAU 2
Technologie de production de la fumée
et caractéristique des fumées obtenues

TABLEAU 3
Composition des saumures de chlorure de sodium

Tableau 1 :
Rôle des composés chimiques

(Saintclivier, 1981)

	Phénols	Alcools	Acides organiques	Composés carbonylés	PAH nocivité
Antioxydant	Très important	-	-	-	-
Arôme Odeur	Important (gaïacol)	-	-	Important (composés à chaînes courtes)	-
Couleur	Faible rôle	-	-	Essentiel réaction de Maillard	-
Désinfection Préservation	Bactéricide bactériostatique	Faible	Par légère augmentation d'acidité	-	-
Observations	Critère de pénétration dans le poisson	Porteur des autres composés volatiles	-	-	Cancérogènes

Tableau 2 :
Technologie de production de la fumée et caractéristique des fumées obtenues

(Klettner, 1979)

Technologie de production	Température de combustion en degrés celsius	Mode de combustion	Température de la fumée en degrés celsius	Caractéristiques des fumées obtenues
Générateur de fumée conventionnel	400 - 800	avec flamme	20	Sèche, dense, riche en oxygène
Générateur de fumée par friction	300 - 500	sans flamme	20	Sèche, dense, très riche en oxygène
Générateur de fumée humide	300 - 400	sans flamme	80	Humide, dense, pauvre en oxygène
Générateur de fumée fluide	300 - 400	sans flamme	20	Sèche, dense, riche en oxygène
Production de fumée en deux étapes	300 - 400	sans flamme	30	Sèche, dense, riche en oxygène
Production de fumée par carbonisation	300 - 400	sans flamme	20	Sèche, dense, pauvre en oxygène

Tableau 3 :
Composition des saumures de chlorure de sodium (tableau de correspondance)

(Source : « Le fumage du poisson » de C. Knockaert, IFREMER, 1990)

Degrés	Poids spécifique à 15°C	NaCl en g pour 1 kg de saumure	NaCl en g pour 1 litre de saumure	NaCl en g pour 1 litre d'eau	Degrés salinométriques
0	1	0	0	0	0
1	1,007	10	10,1	10,1	3,8
2	1,014	20	20,3	20,4	7,6
3	1,021	30	30,6	30,9	11,4
4	1,029	40	41,2	41,7	15,1
5	1,036	50	51,8	52,6	18,9
6	1,043	60	62,6	63,8	22,7
7	1,051	70	73,6	75,3	26,5
8	1,059	81,2	86,0	88,4	30,8
9	1,067	92,5	98,7	101,9	35,0
10	1,075	102,5	110,2	114,2	38,8
11	1,083	113,7	123,1	128,3	43,1
12	1,091	123,7	135,0	141,2	45,9
13	1,099	133,7	146,9	154,3	50,6
14	1,107	145,0	160,5	169,6	54,9
15	1,116	156,2	174,3	185,1	59,3
16	1,125	167,5	188,4	201,2	63,4
17	1,134	178,7	202,6	217,6	67,7
18	1,143	191,2	218,5	236,4	72,4
19	1,151	200,0	230,2	250,0	75,8
20	1,160	211,2	245,0	267,7	80,0
21	1,170	223,7	261,7	288,2	84,7
22	1,190	235,5	277,9	308,0	89,2
23	1,190	247,5	294,5	328,9	93,7
24	1,200	260,0	312,0	351,4	98,5
24.5	1,204	264,0	317,9	358,7	100

Le degré salinométrique (mesure américaine) correspond au pourcentage de saturation en poids.

Eau de l'Océan (données moyennes) :

- Salinité : 35 g de sels divers par kg d'eau de mer ;
- Concentration : 35,9 g de sels par litre d'eau de mer à 15°C ;
- Densité : - à 0° = 1,028 ; - à 15° = 1,026.

(Correspondances numériques calculées par J. Bonfils)

ANNEXE 3

Critères scientifiques pour apprécier la qualité du poisson

TABLEAU 1

Reconnaître les causes d'une décoloration anormale du poisson

TABLEAU 2

Description cotée des caractères d'altération du poisson

TABLEAU 3

Cotations pour le poisson congelé

TABLEAU 4

Correspondance entre le degré de fraîcheur et l'indice d'altération
dans la détermination de la qualité marchande des poissons

TABLEAU 5

Cotations ISTPM pour du poisson congelé
après décongélation et cuisson

TABLEAU 6

Classes de qualités recommandées avec niveaux d'altération tolérés
pour tilapia ouvert, séché, fumé

Tableau 1 :
Reconnaître les causes d'une décoloration anormale du poisson

Type	Description	Cause
Blanc	Tâches grises à blanches apparaissant généralement sur la surface des parties minces du poisson. Colonies de moisissures.	Salage excessif ou mauvais lavage après le salage pour les produits du Mode B. Microbiologique.
Jaune	Jaune pâle à jaune. Colonies de moisissures.	Fumage insuffisant. Microbiologique.
Brun	Brun foncé à noir. Brun foncé, apparaissant en général sur la surface de la cavité ventrale, indiquant que le produit a été préparé à partir de poisson peu frais. Ce phénomène est associé à une texture spongieuse. Brun foncé avec surface brillante, apparaissant principalement sur les poissons gras et accompagné d'une odeur rance. Tâches de sang foncées, résidus de reins autour de l'arête dorsale, membranes noires sur la cavité ventrale.	Fumage excessif. Digestion enzymatique. Rancissement. Mauvais nettoyage et lavage.
Vert	Colonies de moisissures.	Microbiologique.

Source : Production de poisson séché, Rapport n° 160. FAO, 1977.

Tableau 2 : Description cotée des caractères

État	Caractères observés		Barème de cotation	
			0	1
Cru Examen externe	Peau	Pigmentation	irisée	couleurs chatoyantes
		Mucus	-	transparent
	Oeil	Teinte	-	pupille noire brillante
		Affaissement	-	bombé
	Branchie	Teinte	-	colorée, brillante
		Odeur	algue marine	neutre
	Rigidité	Chair	prérigor	ferme
		Paroi abdominale	-	intacte
Cru Examen interne	Péritoine		intact	adhérent
	Colonne vertébrale	Adhérence	-	se brise au lieu de se détacher
		Couleur chair avoisinante	-	normale
Cuit	Odeur		algue marine	neutre
	Saveur		spécifique	spécifique renforcée

Source :

« Les conserves des produits de la mer » de J.-P. Nicolle et C. Knockaert, IFREMER, 1989.

d'altération du poisson (ISTPM)

Barème de cotation				
2	3	4	5	6
couleurs vives	couleurs ternies	terne	décoloré	grisâtre
laiteux	opaque	grumeleux	jaunâtre épais	-
pupille plus terne, cornée transparente	cornée opalescente	pupille grise, cornée laiteuse	blanchâtre	-
un peu affaissé	plat	concave au centre	très concave	-
moins colorée, mate	se décolorant	jaunâtre	grisâtre	-
douceâtre	faiblement rance	altérée	putride	fétide
élastique	souple	mou	flasque	-
détendue	molle	fragile	perforée	-
non adhérent	déchiré	détérioré	lysé	-
adhérente	-	non adhérente	se détachant facilement	-
-	rose	rouge	brune	-
faible, non vieillie	aigre (acide lactique)	acides gras sulfurés	ammoniacale	putride
spécifique atténuée	papier mâché	douceâtre, un peu amère	amère (SH ₂ - NH ₃)	nauséuse

Tableau 3 : Cotations pour le poisson congelé (Source : IFREMER, 1990)

État	Facteur	Description	Points de pénalisation
Congelé	Dessiccation	Absente	0
		Légère	2
		Moyenne	5
		Forte	10 maximum
Décongélation	Changement de couleur	Absent	0
		Léger	2
		Moyen	5
		Fort	10 maximum
	Manque de cohésion	a) Espèces pélagiques	
		Absent	0
		Présent	2 maximum
		b) Espèces démersales	
		Absent	0
		Léger	2
		Moyen	4
		Fort	8 maximum
	Détérioration de la paroi abdominale	a) Espèces pélagiques	
		Absente	0
		Légère	2
		Moyenne	4
		Forte	8 maximum
		b) Espèces démersales	
		Absente	0
		Présente	2 maximum
	Odeur	Bonne	0
		Moyenne	10
		Mauvaise	25
Cuit	Odeur	Bonne	0
		Moyenne	4
		Mauvaise	10 maximum
	Saveur	Bonne	0
		Moyenne	7
		Mauvaise	15 maximum
	Texture	Bonne	0
		Moyenne	4
		Mauvaise	10 maximum

Tableau 4 : Correspondance entre le degré de fraîcheur et l'indice d'altération dans la détermination de la qualité marchande des poissons

Catégories de fraîcheur CEE		Correspondance approchée avec les indices d'altération (ISTPM)
Appellations	Degrés de fraîcheur	
Extra	Égal ou supérieur à 2,7	Égal ou inférieur à 1,3 ($\pm 0,1$)
A	Égal ou supérieur à 2,0 et inférieur à 2,7	Égal ou inférieur à 3,0 ($\pm 0,1$) et supérieur à 1,3 ($\pm 0,1$)
B	Égal ou supérieur à 1,0 et inférieur à 2,0	Égal ou inférieur à 3,0 ($\pm 0,2$) et supérieur à 2,0 ($\pm 0,1$)
C retirée de la consommation humaine	Inférieur à 1,0 « Poissons ne satisfaisant pas aux exigences requises pour le classement dans les catégories extra, A et B »	Supérieur à 3,0 ($\pm 0,2$)

Source :

« Les conserves et les produits de la mer » de J.-P. Nicolle et C. Knockaert, IFREMER, 1989.

Tableau 5 : Cotation ISTPM pour du poisson

	10	9	8	7	6
Odeur	Spécifique de l'espèce (identique au poisson frais)	Normale de poisson frais	Poisson atténuée Marquée	Oxydée	Neutre Sans défaut Salé
Saveur	Spécifique de l'espèce	Normale de poisson frais Spécifique atténuée	Poisson atténuée		Neutre Absence de saveur
Consistance (texture...)	Spécifique de l'espèce	Spécifique légèrement lâche (myotome)	Spécifique lâche	Légèrement détériorée Légèrement sec	Légèrement fibreuse Sec
Qualité	Extra			Neutre	

Source :

« Les conserves et les produits de la mer » de J.-P. Nicolle et C. Knockaert, IFREMER, 1989.

congelé, après décongélation et cuisson

5	4	3	2	0
Viellie Huile de poisson non altérée	Peu agréable poisson	Légèrement ammoniacale Légèrement altérée Légèrement rance	Ammoniacale Altérée Rance	Franchement altérée Putride
Viellie Huile de poisson non oxydée	Peu agréable Légèrement amère	Désagréable, amère Huile de poisson oxydée	Franchement désagréable Piquante Altérée	Franchement altérée
Granuleuse	Détériorée Fibréuse		Très détériorée très fibreuse	Désorganisée Bouillie
Neutre	Produit altéré			

Tableau 6 : Classes de qualités recommandées avec niveaux d'altération tolérés pour tilapia ouvert, séché, fumé (Source : Production de poisson séché, Rapport n° 160, FAO, 1977)

Indices de qualité	Classe A		Classe B	Classe C
	Normale (aucune altération)	a) Tolérance (jusqu'à 3 degrés d'altération mineure)	b) Tolérance (jusqu'à 4 degrés d'altération majeure)	
Coloration anormale des surfaces ouvertes (blanc, jaune, brun, vert)	Normale (brun, jaunâtre)	Légère	Sensible	Excessive
Friabilité	Nulle	Modérée	Modérée	Sensible
Nettoyage défectueux (résidus de sang et de viscères, autres corps étrangers au produit)	Normale (légers résidus)	Modérée	Sensible	Excessive
Infestation par les insectes et contamination par les moisissures	Nulle	Nulle	Légère	Sensible
Altération de l'odeur (rance, ammoniaquée, fumée)	Normale (modérément rance)	Légerement ammoniaquée, fumée	Sensiblement rance, ammoniaquée, fumée	Excessivement rance, ammoniaquée, fumée
Teneur en eau et sel : <i>Mode A (non salé)</i>	Eau max. 35 % Sel - de 1 %	-	Eau 35 à 50 % Sel - de 1 %	Eau + de 50 % Sel - de 1 %
<i>Mode B (salé)</i>	Eau max. 45 % Sel 8 à 15 %	-	Eau 45 à 55 % Sel 5 à 8 % ou 15 à 20 %	Eau + de 55 % Sel - de 5 % ou + de 20 %
pH	6,0 à 6,9	-	6,9 à 7,2	Plus de 7,2 ou moins de 6,0

a) : Quatre au moins des altérations indiquées sous la classe A ramènent le produit à la cl. B.

ANNEXE 4

Bibliographie

Livres et rapports sur la pêche et la transformation du poisson

ADAIR .- Désinsectisation des poissons fumés et séchés d'Afrique au moyen de l'irradiation .- Paris, Secrétariat d'État aux Affaires étrangères chargé de la coopération, Association pour le développement des applications industrielles des rayonnements (ADAIR), 1965.

ALBARET (J.-J.), ÉCOUTIN (J.-M.) .- Influence des saisons et des variations climatiques sur les peuplements de poissons d'une lagune tropicale en Afrique de l'Ouest, in *Acta oecologica* n° 4 .- 1990.

ALDRIN (J.-F.), DUPUY (P.) .- Le fumage du poisson en basse Côte d'Ivoire .- Abidjan, Ministère de la production animale, Service des pêches maritimes, 1962-63.

ALTERSIAL .- Transformation traditionnelle du poisson au Sénégal .- Paris, ENSAIA, 1985, 63 p.

ALTERSIAL, ITA, GRET .- Étude technique et économique de l'amélioration des procédés traditionnels du traitement du poisson, document n° 2 .- ALTERSIAL, 1988, 70 p.

AN. THE STUDY of the technology of accelerated fermentation of fish sauce, The effects of low salt, high temperature fermentation .- Translated from *Journal of fisheries of China*, vol. 4 n° 2 (1980), by ser Pohchen Fao.

ANDELINA (E.) .- Subproject : Inland fisheries, Proceeding of the solar drying workshop.

BCEAO .- La campagne thonière au Sénégal en 1989, in *Notes d'information et de statistiques*, n° 339 .- BCEAO, déc. 1990.

BIT, SPEIRS (C.-I.), COOTE (H.-C.) .- Le séchage solaire : méthodes pratiques de conservation des aliments .- Genève, BIT, 1989, 102 p.

BOBO (L.), GATTEGNO (I.) .- Transformation traditionnelle du poisson au Sénégal .- Paris, ALTERSIAL, GRET, 1985.

BONNARDEL (R.) .- Vitalité de la petite pêche tropicale. Pêcheurs de Saint Louis du Sénégal. Mémoire et documents de géographie .- Paris, CNRS, 1985.

BROX (J.) et al. .- Planning and engineering data 4. Containers for fish handling, Fisheries circular n° 773 .- Rome, FAO, 1984, 53 p.

CACHELOU (F.) .- Technologies appropriées à la conservation du poisson dans les pays en voie de développement. Application aux pays africains .- Paris, Centre international pour le développement de la pêche et de l'aquaculture, août 1980, 111 p.

CEASM, CIDEPA, HEMEREY (Ph.) .- Transformation, commercialisation artisanale à l'initiative des femmes en basse Casamance .- avril 1986.

CHABOUD (C.) .- Le mareyage au Sénégal. Document n° 87 .- Dakar, CRODT, ISRA, ORSTOM, 1983, 104 p.

CHIKH (H.) .- Essai d'étude socio-économique du milieu des femmes de pêcheurs, mémoire .- Bénin, 1981, 40 p.

CIDEPA .- Les technologies appropriées dans le secteur de la pêche côtière et fluviale en Afrique .- Paris, CIDEPA, 1980, 38p.

CLAUDE GEORGES (J.) .- Comparative evaluation of different methods of smoke-drying fish in Sierra Leone. A project submitted to the Faculty of Agriculture in partial fulfillment of the Requirements for the B.Sc Degree in Agriculture general .- Agricultural Engineering Department, Njala University College, University of Sierra Leone, 1985.

COAKLEY (N.) et KARNICKI (Z.S.) .- Construction of on-board insulated fish containers for pirogues. Fisheries circular n° 775 .- Rome, FAO, May 1985, 19 p.

COLLART (A.) .- Planification du développement des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest. Production et traitement du poisson. Atelier régional FAO/COPACE sur le développement et l'aménagement des pêches artisanales .- Lomé (Togo), FAO / COPACE / CT85.2, 20-29 novembre 1985.

COULIBALY (A.) .- Expérimentation d'un séchoir solaire dans l'océan indien, Application aux produits de la mer .- ACCT, SIARC, 1984.

COUTY (P.), DURAND (P.) .- Le commerce du poisson au Tchad. Mémoires ORSTOM, CTFT , - Paris, ORSTOM, 1968, 252 p.

CRODT .- Aspects de la recherche en socio-économie de la pêche artisanale sénégalaise .- Dakar, CRODT / ISRA, 1984.

CRODT, FAO .- Projet sur l'amélioration de la manutention et de la distribution du poisson à terre, Rapport technique .- Rome, FAO, 1984.

CURRAN (C.-A.), N'JAI (A.-E.), DIOUF (N.) .- Testing a solar derme fish dryer in the Gambia, in FAO, expert consultation on Fish Technology in Africa, Lusaka, Zambia .- Rome, FAO, January 1985.

CURY (Ph.), ROY (C.) .- Pêcheries Ouest-Africaines, variabilité, instabilité et changement .- Paris, ORSTOM, 1991, 525 p.

DICKO (M.), TRAORE (C.) .- Solar fish drying project in Mopti (Mali), in Renewable Energy Development in Africa, vol. n° 2 .- Mali, Commonwealth science cornail, s.d.

DIENG (I.) .- Conception et réalisation d'un séchoir solaire à poisson, Mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'ITA .- Université de Dakar, 1975.

DIOP (M.) .- Technologies traditionnelles de conservation de poisson au Sénégal .- ENSIA-SIARC, 1981.

DIOUF (N.) .- Étude de la conservation de la sardinelle par glace et eau de mer refroidie .- ITA, Dakar, avril 1982.

DIOUF (N.), DIAKITE (B.), DIOP (M.-H.) et al. .- Étude et identification des caractéristiques techniques et socio-économiques de l'amélioration du secteur de traitement artisanal du poisson au Sénégal, Projet ITA-ALTERSIAL de développement de la technologie du poisson au Sénégal .- ITA, ALTERSIAL, septembre 1986.

DIOUF (N.), Faye (A.), SAMB (A.), DIAKITE (B.) .- Développement de la pêche artisanale. Construction et exploitation de quatre ateliers solaires à M'Bour, Joal, Kayar et Missirah. Bilan (juillet 1983 - mai 1984) et perspectives .- Dakar, ITA, 1984, 27 p.

DO PORTO (O.), UNIDO .- Report on fishery activities in the developing countries of Africa, Asia, Latin America and the Caribbean .- Rome, FAO, UNIDO, 1987.

DURAND (H.) .- Dosage rapide des matières grasses du poisson, in Bulletin Pêches Maritimes n° 209 .- 1971.

EDWARDS (D.), STREET (P.) et CLUSAS (J.) .- Economic aspects of small-scale fish canning .- London, Tropical Products Institute, March 1981.

FAO .- Annuaire statistique des pêches. Tome 1 : Captures et quantités débarquées, volume 68. Tome 2 : Produits, volume 69 .- Rome, FAO, 1989-1990.

FAO .- Compte rendu de la consultation d'experts sur la technologie du poisson en Afrique à Abidjan du 25 au 28 avril 1988 .- Rome, FAO, 1988, 348 p.

FAO .- Compte rendu du séminaire sur le crédit à la pêche artisanale en Afrique de l'ouest, Abidjan, Côte d'Ivoire, 16 au 20 septembre 1991, rapport des pêches n° 480 .- Rome, FAO, 1992, 68 p.

FAO .- Consultation d'experts sur la technologie du poisson en Afrique, juin 1982. Rapport sur les pêches n° 268 et supplément .- Casablanca, FAO, 1982, 288 p.

FAO .- Consultation d'experts sur la technologie du poisson en Afrique. Abidjan, juin 1982, Rapport sur les pêches n° 400 et supplément, nouvelle édition 1988, 45 p.

FAO .- Equipement and methods for improved smoke-drying of fish in the tropics, Fisheries Technical Paper n° 104 .- Rome, FHP, FAO, 1971, 28 p.

FAO .- Fermented fish products, Fisheries Reports n° 100 .- Rome, FAO, 1971, 62 p.

FAO .- Fumage du poisson, Rapport sur les pêches n° 88 .- Rome, FAO, 1971, 47 p.

FAO .- Indo-Pacific Fishery Commission (IPFC). Report of the Fifth session of the working party on fish technology and marketing n° 279. Serdang (Malaysia), 2-5 November 1982 .- Rome, FAO, 1984, 23 p.

FAO .- La commercialisation du poisson traité : modalités et perspectives, document technique sur les pêches n° 233 .- Rome, FAO, 1983, 117 p.

FAO .- La glace et les produits de la pêche, Rapport sur les pêches n° 59 .- Rome, FAO, 1975.

FAO .- La production du poisson séché, Documentation technique sur les pêches n° 160 .- Rome, FAO, 1977, 48 p.

FAO .- Planification du développement des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest. Production et traitement du poisson, ses aspects naturels, techniques et socio économiques .- Togo, FAO, 1985.

FAO .- Prévention des pertes de poisson traité, Document technique sur les pêches n° 219 .- Rome, FAO, 1984, 84 p.

FAO .- Programme d'action pour l'aménagement et le développement des pêches. Aménagement des pêches lagunaires en Côte d'Ivoire .- Rome, FAO, 1985.

FAO .- Quality control en fish plants .- Amsterdam, TOOL, 1989.

FAO .- Spoilage of tropical fish and product development. Proceedings of a Symposium on Fish Technology and Marketing. Melbourne, Australia. October 1984. FAO Fisheries report n° 317 .- Rome, FAO, 1985, 474 p

FAO .- The production and storage of dried fish. Proceedings of the workshop on the production and storage of fish. Rapport sur les pêches n° 279 (supplément) .- Serdang (Malaysia), November 1982, 265 p.

FAO, DANIDA, NORWAY, DIPA, JORION (P.I.H.) .- Programme de développement intégré des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest .- Cotonou, DIPA / IDAF, 1985.

FAO, GRANTHAM (G.-J.) .- La technologie du poisson haché, Document technique n° 216.- Rome, FAO, 1984, 75 p.

FAO, TEUTSCHER (F.) .- Conteneurs isothermes dans la pêche artisanale et dans la commercialisation du poisson au Sénégal .- Rome, FAO, octobre 1986.

FAO, TEUTSCHER (F.) .- Rapport sur le micro-projet « Construction des caisses isothermes ». Stage de perfectionnement FAO / DANIDA en technologie et contrôle de qualité des produits de la pêche .- Dakar (Sénégal), 2 juin-4 juillet 1986.

FAO, WEIGEL (J.-Y.) .- Consultation d'experts sur la technologie du poisson en Afrique. Aspect économique de la transformation du poisson en Côte d'Ivoire .- Rome, FAO, 1982.

GATTEGNO (I.) .- Étude technique et économique de l'amélioration des procédés traditionnels du traitement du poisson au Sénégal. Rapport de mission .- ALTERSIAL, octobre 1986.

GATTEGNO (I.) .- Fumage du poisson, in L'enfant en milieu tropical n° 143-144, 1983.

GEM .- Aquiculture et produits de la mer. Rapport d'étude .- Paris, 1981.

GJERSTAD (Dag) .- The Gjerstad Kiln : A combined hot and cold smoking Kiln, in Fishery technology, vol. 21 - 1984, n° 5 octobre 1957.

HEBERT (J.-P.) .- Protection et conservation des stocks par voie physique « séchage » .- SIARC, s.d.

HOFFMAN (A.), BARRANCO (A.), FRANCIS (B.-J.), DISNEY (J.-G.) .- The effect of processing and storage upon the nutritive value of smoked fish from Africa, in Tropical Science, Vol. 19, n° 1, 1977.

IFO .- Développement de la pêche au Mali, Évaluation de l'opération pêche à Mopti, tome 2 .- Munich, IFO, 1983.

ILO (International labour organisation) .- Fish smoking, Technologies for rural women (Ghana), Technical manual n° 3 .- Genève, ILO, sept. 1985, 117 p.

ILO .- Control and management of technology by women of Ghana .- Genève, ILO, 1987, 169 p.

JEANFAIVRE (P.) .- Note sur l'amélioration du fumage du poisson .- CTFT, Nogent-sur-Marne, avril 1983.

JEAY (A.-M.) .- Rapport préliminaire sur le rôle des femmes dans la préparation et la commercialisation du poisson au Mali .- Rome, FAO, projet TF/RAF/104 (UNSO), 1977.

JOERIS (L.), WATANABE (K.) .- How to smoke fish in drum smoker. Ministry of natural resources and tourism, departement of Game and Fisheries .- Republic of Zambia, FAO, Central Fisheries Research Institute, 1967.

JOSSERAND (H.) .- Étude sur la demande en protéines animales dans les pays côtiers : le cas du Ghana .- Paris, OCDE, 1991, 17 p.

KA (S.) .- Expérimentation sur les améliorations techniques dans la transformation artisanale du poisson au Sénégal, Document technique n° 10 .- 1984.

KAUL (P.-N.), BALASUBRAMANIAN (S.) .- Analysis of dimensions involved in the adoption of improved fish curing practices, in Fishery Technologie, vol. 21, 1984.

KNOCKAERT (C.) .- Le fumage du poisson, de la théorie à la pratique, Dkv 86.01/VP .- Nantes, IFREMER, 1986.

KNOCKAERT (C.) .- Le fumage du poisson, collection valorisation des produits de la mer .- IFREMER, 1990, 174 p.

KNOCKAERT (C.) .- Les marinades de produits de la mer, Principes et procédés .- Nantes, IFREMER, 1987.

KNOCKAERT (C.), NICOLLE (J.-P.) .- Les conserves des produits de la mer, collection Valorisation des produits de la mer .- Brest, IFREMER, 1989.

LAFONT (R.) .- Valeur alimentaire des sauces de poisson, Intérêt présenté par leur fabrication .- Institut national des recherches piscicoles du Cambodge, 1952.

LAURE (J.), FAVIER (J.-C.), CAVELLIER (Cl.) et GALLON (G.) .- Valeur nutritionnelle des produits de la pêche conservés par séchage, fumage et salage .- Paris, ORSTOM, 1971.

LAURE (J.) .- Valeur nutritionnelle de produits de la pêche conservés artisanalement au Cameroun et au Tchad, Travaux et doc. de l'ORSTOM n° 36 .- Paris, ORSTOM, 1974, 80 p.

LE GALL (Jean) .- Le fumage du poisson, in Revue des travaux de l'office des pêches maritimes, tome XI, n° 41.

LE HYARIC (J.), PRIGENT (Ph.) .- Les voies et les moyens de l'amélioration de la qualité des sardines débarquées à Gabès, dans la perspective d'un processus de transformation industrielle en Surimi. Rapport de mission d'expertise du 18 au 25 avril 1991 .- Paris, CEASM, 1991, 24 p.

LONDAHL (G.) .- El almacenamiento refrigerado en las pequerias. Documento tecnico de pesca, n° 214 - Rome, FAO, 1984, 78 p.

LUPIN (H.), VON BEYME (V.), FREEBREY (L.) .- Conservation du poisson, tome 1 : le salage, tome 2 : le séchage / fumage .- Rome, FAO, DANIDA, 1985.

LUPIN (H.), ZAHRAKKA (M.) .- Conservation du poisson , tome 3 : le séchage .- Rome, FAO, DANIDA, 1985.

MAC ELLAN (R.-H.) .- The use of a pyrethrum dip as protection for drying fish in Uganda. The pyrethrum bureau - Nakurn - Kenya - In pyrethrum Post 7 (1)-8-10, 1963.

MAINBOURG (E.) .- Manger et boire à Bamako (Mali). Étude d'anthropologie sociologique. Thèse de 3^e cycle .- Tours, Université, 1986, 144 p.

MARC (M.) .- Influence des variables du procédé de séchage sur l'évolution de certains critères de qualité de trois espèces de poisson du fleuve Niger au Mali. Analyse particulière du comportement des lipides. Mastère de « technologie agro-alimentaire pour les régions chaudes » .- Massy-Montpellier, ENSAIA, 1989, 184 p.

MEEREN, VAN DER (A.) .- Assistance à l'établissement des coopératives des femmes de pêcheurs pour la transformation et la commercialisation du poisson. Rapport de fin de projet, Bénin/81/WO1 .- Rome, FAO, 1981, 16 p.

MEYERS (M.) .- Données de planification et d'ingénierie. Manutention du poissons frais. FAO circulaires sur les pêches n° 735 .- Rome, FAO, mai 1985, 59 p.

MURRY (T.S.) .- Comment conserver le poisson : salage, séchage, fumage. Collection techniques américaines n° 129 .- CRET-AID, s.d.

N'JAI (A.-E.) .- Report of tests on use of solar-tents for fish drying in the Gambia, in Renewable Energy Development in Africa, Vol. 2 .- Commonwealth science cornail, s.d.

NATIONAL ACADEMY PRESS .- Fisheries technologies for developing countries, séminaire .- Washington, National academy press, 1988.

NERQUAYE-TETTEH (G.-A.) .- A case study on utilisation of wood fuels in the fish smoking/drying industry in Ghana .- FAO, September 1985.

NGO-BA-THANH .- Un condiment azoté : le Nuoc-Mam .- Imprimerie des Beaux-Arts, 1953.

NICOLLE (J.-P.) .- Technologie du fumage, applications au saumon .- Nantes, Institut scientifique et technique des pêches maritimes, 1980, 99 p.

NICOLLE (J.-P.), KNOCKAERT (C.) .- L'appertisation des produits de la mer, quelques facteurs importants, Ifremer-DRV 86/VP.- Nantes, IFREMER, 1986.

ONUDI .- Stratégies de développement industriel pour les systèmes des pêches dans les pays en voie de développement, Volume 1, Série des études sectorielles n° 32 .- ONUDI, Service des études sectorielles, 1987.

ORSTOM, LECARME (M.) .- Rapport de séminaire du 14 au 18 janvier 1985. La place des femmes dans l'autosuffisance et les stratégies alimentaires, marchandes de poisson en quartier flottant (Sénégal) .- Paris, ORSTOM, 1985, 742 p.

OUMOU KHAYRI LY .- Le rôle et les problèmes des femmes dans la transformation et la distribution des produits halieutiques au Sénégal. Rapport de séminaire .- Dakar, AFARD, 1981.

PENSO (G.) .- Les produits de la pêche .- Paris, Ed. Vigot Frères, 1953,

PETITPIERRE (C.) .- Innovation et adaptation de technologies pour l'industrialisation des pays africains. Les industries agro-alimentaires. Le cas de la transformation du poisson .- ENSIA-ALTERSIAL, 1985.

PLATEAU (J.-P.) .- Les problèmes de la pêche artisanale en Afrique vus par les acteurs eux-mêmes. Cahiers de la Faculté des sciences économiques et sociales de Namur .- Namur, Faculté des sciences, 1988, 56 p.

POIREL (F.) .- Valorisation des clupéidés de la région de Gabès .- Paris, CEASM, 1990, 77 p.

PROTOR (D.-L.) .- The control of insect infestation of fish during processing and storage in the tropics. Tropical stored products centre. Tropical products institute. Session VI, paper 3, in TPI conference on the handling processing and marketing of tropical fish .- London , July 1976.

REVUE .- Le four Altona pour fumer le poisson. Extrait de Communautés Africaines n° 18 .- octobre-décembre 1986.

SAINCLIVIER (M.) .- L'industrie alimentaire halieutique, 3 volumes. I : Le poisson matière première, II : La conservation par les moyens physiques, III : Des techniques ancestrales à leurs réalisations contemporaines, IV : L'utilisation du froid (à paraître) .- Rennes, ENSA, 1983, 1985, 1988, 1993.

SANCHEZ (R.) .- Drying fish in a chamber, in Fish marketing review, Vol. 4 n° 1 .- 1982.

SCET International, Ministère des relations extérieures .- Étude des conditions de production, de stockage et de commercialisation des produits de la pêche dans les pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest de la Mauritanie au Congo .- Paris, SCET, 1985.

STROUD (G.-D.) .- A technical and economic appraisal of artisanal smoking ovens in Ghana .- Torrey Research Station, 1986.

TDRI (Tropical developpement and reseach institute) .- Manutention, conservation et transformation du poisson sous les tropiques. Tome 1 et 2 .- Wageningen, CTA, 1986, 141 p. et 144 p.

TDRI, CEASM, CTA .- Actes du séminaire de Dakar. Valorisation des produits de la pêche et développement des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest .- Wageningen, CTA, 1986, 57 p.

TDRI, CEASM, CTA .- Évaluation des pertes de poisson en Afrique de l'Ouest .- Wageningen, CTA, 1986.

TECHNOLOGY READER .- How to build and operate an agrowaste fish dryer .- Eschborn (RFA), GATE, GTZ, s.d.

THEMELIN (A.), GERBE (A.) .- Élaboration d'un programme national concerté sur l'amélioration des techniques de conservation du poisson par séchage solaire au Mali. Rapport de mission .- ACCT, mai 1987, 39 p.

THYS (E.), HARDOUIN (J.) .- Aspect organoleptique et taux en 3,4 benzopyrène du poisson fumé commercialisé à Maroua (Nord Cameroun), in Ann. Soc. Belge Méd. Trop. n° 63 pp. 69-72 , 1983.

UNICEF .- Guide pratique pour l'amélioration du fumage du poisson en Afrique de l'Ouest. Fonds des contributions volontaires pour la décennie des Nations Unies pour la femme .- New York, UNICEF, 1987.

WALKER (D.-J.) .- A review of the use of contact insecticides to control post-harvest insect infestation of fish and fish products, FAO fisheries circular n° 804, October 1987, 19 p.

WATANABE (M.-K.) .- Technologie et hygiène des méthodes de préparation du poisson salé-séché et non salé-séché fabriqué en Afrique, avec références spéciales au Ghana, au Sénégal et à la Zambie. Rapport interne n° 135 de l'ITA .- Dakar, ITA, 1974.

WATERMAN (J.-J.) .- Dried fish : a review Torrey Research Station .- Aberdeen, 1974.

YOUSSEF (A.) .- L'utilisation d'une tente de polyéthylène pour le séchage solaire du poisson .- Dakar, ITA, 1986.

ZANNOU (L.) .- Études technico-économiques pour le fumage de poisson au Bénin .- Rome, FAO, 1987.

ZIMET (J.), JAQUET, MAIMONE (P.) .- How Perla improved her fish stall and how business improved .- Rome, FAO, 1989.

Revue sur la pêche et la transformation du poisson

AQUA REVUE, revue d'aquaculture .- Aqua presse, 55 cours Georges Clémenceau, 33 000 Bordeaux.

BONGA, revue agro-alimentaire .- RIA / Groupe SEPAIC, BP 551, 42 rue du Louvre , 75 027 Paris Cedex 01.

BULLETIN DE PÊCHE .- FAO / DANIDA.

DEVELOPMENT FISHERIES .- Canadian International development agency (CIDA), 200 promenade du Portage, Hull Québec K1A0G4, Canada.

EC FISHERIES COOPERATION, Bulletin CE Coopération Pêche .- Commission des communautés européennes, DG VIII/D/5, 200 rue de la Loi, 1049 Bruxelles, Belgique.

ÉCHO DU COTA .- 18 rue de la Sablonnière, B-1000 Bruxelles, Belgique.

FISH TECH NEWS, FAO / DANIDA .- FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

IDAF Newsletter, La lettre du DIPA .- FAO / DANIDA, BP 1369, Cotonou, Bénin.

LA PÊCHE MARITIME .- Moreux, 190 boulevard Hausmann, 75008 Paris.

LES CAHIERS DE L'ORSTOM .- ORSTOM, 70-74 route d'Aulnay, 93140 Bondy Cedex.

PANOS INFO, Bulletin d'information sur l'environnement et le développement .- Institut Panos, 31 rue de Reuilly, 75012 Paris.

PROFIL DES PÊCHES PAR PAYS .- FAO, via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

RIA, Revue de l'industrie agro-alimentaire .- SEPAIC, 42 rue du Louvre, BP 551, 75027 Paris Cedex 01.

SOURCES, revue de technologie du développement, TOOL, ATOL, Fondation Agromisa .- BP 41, 6700 AA Wageningen, Pays Bas.

SPORE .- CTA, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays Bas.

ANNEXE 5

Structures et organismes ressources

CEASM

Association pour le développement des activités maritimes
28 rue Godefroy Cavaignac, 75011 Paris, France.

CEMAGREF

Centre national de machinisme agricole du génie rural et des eaux et forêts
Parc de Tourvoie, 92160 Antony, France.

CILSS

Comité inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
Bamako, Mali.

CIRAD

Centre de coopération internationale en recherches agronomiques pour le développement
Avenue du Val de Montferrand, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

COFREPÊCHE

Consortium français pour le développement des pêches
165 rue Jean-Jacques Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux, France.

CTA

Technical centre for Agricultural and Rural Co-operation
P.O. Box 380, 6700 AJ Wageningen, Pays Bas.

CTPA

Centre technique de la conserverie des produits alimentaires
44 rue d'Alesia, 75014 Paris, France.

FRI

Institut de recherches alimentaires
P.O. Box M20, Accra, Ghana.

IFREMER

Institut français de recherches et d'exploitation des produits de la mer
155 rue Jean-Jacques Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux, France.

IIF

Institut international du froid
177 boulevard Malesherbes, 75017 Paris, France.

INFOPÊCHE

01 BP 1747, Abidjan , Côte d'Ivoire.

ITA

Institut de technologie alimentaire
BP 2765, Dakar, Sénégal.

ORSTOM

213 rue Lafayette, 75010 Paris.
Centre de documentation : 70-74 route d'Aulnay, 93140 Bondy Cedex, France.

SEPIA International

ONUDI France, PROPARCO, SOLAGRAL, IBISCUS
14 avenue Gustave Eiffel, 78182 Saint Quentin-en-Yvelines Cedex, France.

SERVICE DOCUMENTAIRE

Centre de Brest, BP 70, 29280, Plouzané, France.

Impressions DUMAS
42100 SAINT-ÉTIENNE
Dépôt légal : 4^e trimestre 1993
N° d'imprimeur : 31520

Imprimé en France

L'AGENCE DE COOPÉRATION CULTURELLE ET TECHNIQUE (ACCT)

Principale organisation intergouvernementale de la francophonie, l'ACCT dont le siège est à Paris, a été créée en 1970 par plusieurs pays conscients de la solidarité qui les lie grâce à l'usage de la langue française. Parmi les missions qui lui ont été confiées par ses 41 membres, la promotion des cultures nationales et le rayonnement de la langue française occupent une place de choix.

Après les trois sessions de la Conférence des chefs d'État et de gouvernement des pays ayant en commun l'usage du français, l'ACCT a développé une politique dynamique de promotion du livre afin de rendre cet outil accessible à toutes les communautés qui composent l'ensemble francophone.

États membres : Belgique, Bénin, Burkina Faso, Burundi, Canada, République centrafricaine, Comores, Côte d'Ivoire, Congo, Djibouti, La Dominique, France, Guinée, Guinée équatoriale, Haïti, Liban, Luxembourg, Madagascar, Mali, Ile Maurice, Monaco, Niger, Rwanda, Sénégal, Seychelles, Tchad, Togo, Tunisie, Vanuatu, Viêt-Nam, Zaïre.

États associés : Cameroun, Égypte, Guinée-Bissau, Laos, Maroc, Mauritanie, Sainte-Lucie.

Gouvernements participants : Nouveau-Brunswick, Québec.

**LE CENTRE TECHNIQUE DE COOPÉRATION
AGRICOLE ET RURALE (CTA)**

Le Centre technique de coopération agricole et rurale a été fondé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre les États membres de la Communauté européenne et les États du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique).

Le CTA est à la disposition des États ACP pour leur permettre un meilleur accès à l'information, à la recherche, à la formation et aux innovations dans les domaines du développement agricole et rural et de la vulgarisation.

Siège :
« De Rietkampen »,
Galvanistraat 9, Ede (Pays-Bas)

Adresse postale :
CTA, Postbus 380
6700 AJ Wageningen (Pays-Bas)
Tél. : (31) (0) 8380 - 60400
Télex : (44) 30169 CTA NL
Télécopie : (31) (0) 8380 - 31052