

Valorisation des sous-produits de la pêche

Réalisations et perspectives

par Patrick DURAND* et Yves LAGOIN**

* I.S.T.P.M., Département Utilisation et Valorisation des Produits, Nantes

** Ministère de l'Agriculture, Service Vétérinaire, Direction de la Qualité, 44-46, bd de Grenelle, 75732 Paris cédex 15.

- Sur une production totale annuelle de 72 millions de tonnes de produits de la pêche, il n'en parvient que 50 millions aux consommateurs : 17 ne sont pêchés que pour la fabrication de farines pour l'alimentation animale et 5 sont retirés de la consommation humaine sous forme de déchets de transformation ou de produits altérés. A cette production, il convient d'ajouter une quantité très importante de poissons rejetés à la mer dès leur capture : le faux-poisson, qui représente une valeur moyenne estimée à 25 - 30 % du total des captures. Une meilleure valorisation des sous-produits pourrait cependant contribuer à la lutte contre la malnutrition dans certains pays du Tiers-monde, améliorer l'économie des pêches et constituer un important facteur de progrès technologique dans les industries agro-alimentaires et en médecine notamment. Les déchets des industries de transformation des produits de la pêche sont utilisables pour la préparation de chair hachée de poisson (minced fish) qui constitue une matière première pour la fabrication non seulement des croquettes ou de portions congelées mais aussi de toute une gamme de produits nouveaux tels que les pâtés et les saucisses de poisson ; ils peuvent également être rentabilisés en entrant dans la composition des aliments pour animaux de compagnie (pet food).

En 1980, la production mondiale de farine de poisson pour l'alimentation du bétail s'est élevée à 4,6 Mt*, correspondant à un équivalent de 23 Mt de poisson frais. Cette farine est en partie produite avec des espèces ne présentant qu'un intérêt commercial médiocre, mais aussi avec des espèces parfaitement utilisables pour la consommation humaine directe telles que le chinchard, le hareng ou le merlu. Le remplacement, au moins partiel, de ces produits par des déchets s'impose donc. En même temps que la farine, est produite de l'huile de poisson aux emplois les plus variés.

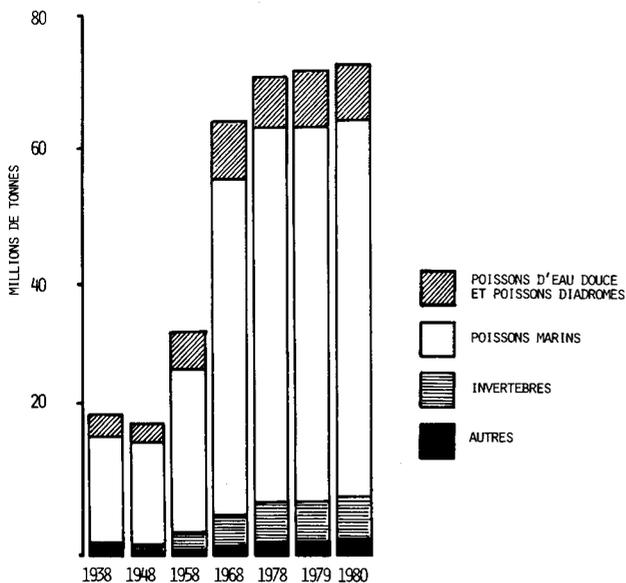
Il a été envisagé de produire des farines pour l'alimentation humaine directe, raccourcissant ainsi la chaîne alimentaire en évitant le passage du poisson par les intermédiaires que constituent les animaux d'élevage. Jusqu'à ce jour ces tentatives ont échoué ; toutefois une amélioration du FPC de type B (Fish Protein Concentrate) pourrait entraîner un meilleur accueil de la part des consommateurs, en particulier parmi les populations déjà habituées aux produits de saveur et d'odeur marquées. Un progrès technologique et qualitatif important dans la préparation des concentrés protéiques a été obtenu avec la mise au point des hydrolysats, enzymatiques ou chimiques, dont l'utilisation devrait progresser aussi bien dans l'alimentation animale que dans celle de l'homme. Enfin, bien qu'elle ne porte que sur des quantités réduites de matière première, la préparation de molécules à usage industriel ou pharmaceutique constitue actuellement l'étape la plus sophistiquée de la valorisation des sous-produits de la pêche. A titre d'exemples, les applications potentielles de la chitine et de ses dérivés, et les mises en œuvre de biocatalyseurs, illustrent les possibilités nouvelles en matière de valorisation des produits et sous-produits de la pêche.

* Mt : million de tonnes.

La pêche joue un rôle important dans l'alimentation humaine ; actuellement la production mondiale de poissons, de crustacés et de mollusques de mer et d'eau douce est de l'ordre de 72 Mt par an (tabl. 1). Ce tonnage représente plus de la moitié de la production de viande qui s'élève à 120 Mt. Mais cette production des pêches est loin d'être entièrement consacrée à l'alimentation humaine ; selon les statistiques de la FAO (1981), le tonnage qui parviendrait réellement au consommateur ne serait en fait que de 50 Mt, car 17 Mt ne sont pêchées que pour la fabrication de farine pour l'alimentation du bétail et 5 Mt sont retirées de la consommation humaine, soit parce qu'elles constituent des déchets de transformation, soit parce que les produits ont subi une altération les rendant impropres à la consommation humaine.

Si l'on veut dresser un tableau complet des sous-produits, il faut tenir compte des quantités de poissons rejetées en mer dès leur capture. Celles-ci n'étant pas comptabilisées dans les statistiques mondiales, pas plus que dans celles de la pêche sportive, il est difficile de les chiffrer de manière indiscutable. De plus, les pourcentages estimés varient largement d'une pêcherie à une autre (Raa et Gidberg, 1982) et selon les engins de pêche mis en œuvre. Néanmoins, ces quantités sont

considérables puisque les valeurs moyennes estimées représentent 25 à 30 % du total général des captures, dont environ 10 Mt d'immatures (Horisberger, 1979) et plus de 5 Mt de poissons potentiellement consommables rejetés par les chalutiers (Lucas, 1980). Ces 5 Mt seraient assez facilement disponibles en développant les installations de récupération à terre et à bord des bateaux et constitueraient une première étape pour résorber ce gaspillage.



Tabl. 1 - La production mondiale des pêches a presque quadruplée durant les 4 dernières décades, mais plafonne depuis une dizaine d'années ; la majeure partie est constituée de poissons marins ; la moitié des captures est destinée directement à la consommation humaine.

Globalement, ce sont donc 27 Mt soit 37 % des captures totales qui sont perdues ou qui, pour le moins, pourraient faire l'objet d'une bien meilleure utilisation. En France, pour une production globale des pêches maritimes de 715 000 t (dont 475 000 t de poissons), on peut estimer le tonnage des sous-produits à environ 155 000 t, soit environ 20 % de notre production globale. La matière première utilisable se répartit de la manière suivante :

retraits de la consommation humaine par les différents services de contrôle et déchets des industries de transformation (conserverie, mareyage...) : 80 000 t, faux-poisson potentiellement utilisable (estimé à 11 % des captures) : 55 000 t,

retraits sur les 11 espèces retenues par la CEE et donnant lieu à des compensations financières du FEOPA. (FIOM, 1981) : 20 000 t.

Cette matière première est valorisée en 23 000 t de farines dont 2 000 t de farines de bord et 5 000 t de concentrés protéiques soit environ 115 000 t d'équivalent frais. Nous perdons donc chaque année 40 000 t d'une matière première qui pourrait être largement valorisée, soit par réinjection dans le circuit de la consommation humaine ou animale, soit par préparation de sous-produits à usage industriel ou pharmaceutique. Les produits obtenus à partir des poissons, des crustacés et des mollusques présentent une variété étonnante tant par

la diversité des technologies auxquelles leur préparation fait appel que par leurs possibilités d'utilisation ; la transformation de ces sous-produits conduit en effet aussi bien à l'obtention de simples engrais agricoles qu'à celle d'aliments pour la consommation humaine (chair de poissons hachée, croquettes) ou pour l'alimentation du bétail (farine, concentrés protéiques) des animaux de compagnie et des poissons d'élevage. De leur côté, les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétologiques font déjà appel à de nombreuses substances, extraites des sous-produits de la pêche.

Chair hachée et produits nouveaux à base de poisson :

vers une utilisation intégrale du poisson pour la consommation humaine.

Le filetage traditionnel du poisson de fond à la machine conduit à l'obtention de filets représentant de 40 à 50 % du poids du poisson selon sa taille, c'est ainsi qu'un important pourcentage de chair est inutilement perdu depuis de longues années. Ce n'est que depuis la récente augmentation des prix du poisson et la diminution des approvisionnement des transformateurs, de plus en plus nombreux, s'efforcent de parvenir à une utilisation plus poussée des produits de la pêche. Grâce aux machines à extruder, du même type que celles utilisées dans les industries du bœuf et de la volaille, il est maintenant possible de récupérer 10 % de la chair encore adhérente aux carcasses qui étaient autrefois rejetées. Les arêtes et la chair sont pressées contre une surface cylindrique percée de trous de 1,5 à 5 mm de diamètre ; par pression, la chair traverse les trous mais les arêtes et les écailles sont retenues. On obtient ainsi de la chair hachée utilisable pour la préparation de très nombreux produits destinés à la consommation humaine ; le produit secondaire, composé d'arêtes broyées, d'écailles et d'autres substances non consommables par l'homme, constitue un complément protéique recherché pour l'alimentation du bétail ou pour une préparation d'engrais de qualité supérieure.

La chair hachée de poisson, congelée en blocs, fait déjà l'objet d'importantes transactions internationales, justifiant de la part du Codex Alimentarius l'établissement d'une norme applicable aux blocs surgelés de filets de poisson et aux blocs de chair de poisson hachée. L'utilisation principale de ces blocs réside aujourd'hui dans la préparation, par sciage de portions qui peuvent être panées et enrobées de pâte à frire ou dans celle de croquettes par addition de purée de pomme de terre. Mais la chair de poisson hachée est aussi considérée comme la base d'une foule de produits nouveaux parmi lesquels figurent les pâtés, les saucisses de poisson ainsi que divers plats cuisinés surgelés. Parmi ces derniers, deux préparations connaissent déjà le succès aux Etats-Unis : le poisson au riz (chair de poisson hachée, riz, œufs, beurre, sel et poivre) et le chili con carne (chair hachée de bœuf et chair hachée de poisson, haricots, jus de tomate et piment).

Les pâtés et les saucisses de poisson sont des produits nouveaux pour les pays occidentaux, mais non pour le Japon qui dès 1968 en fabriquait déjà près d'un million de tonnes ! il est probable que les pâtés et les saucisses de poisson, qui sont susceptibles de conquérir les marchés américains et européens, devront être adaptés au goût des consommateurs occidentaux, mais la technologie de la

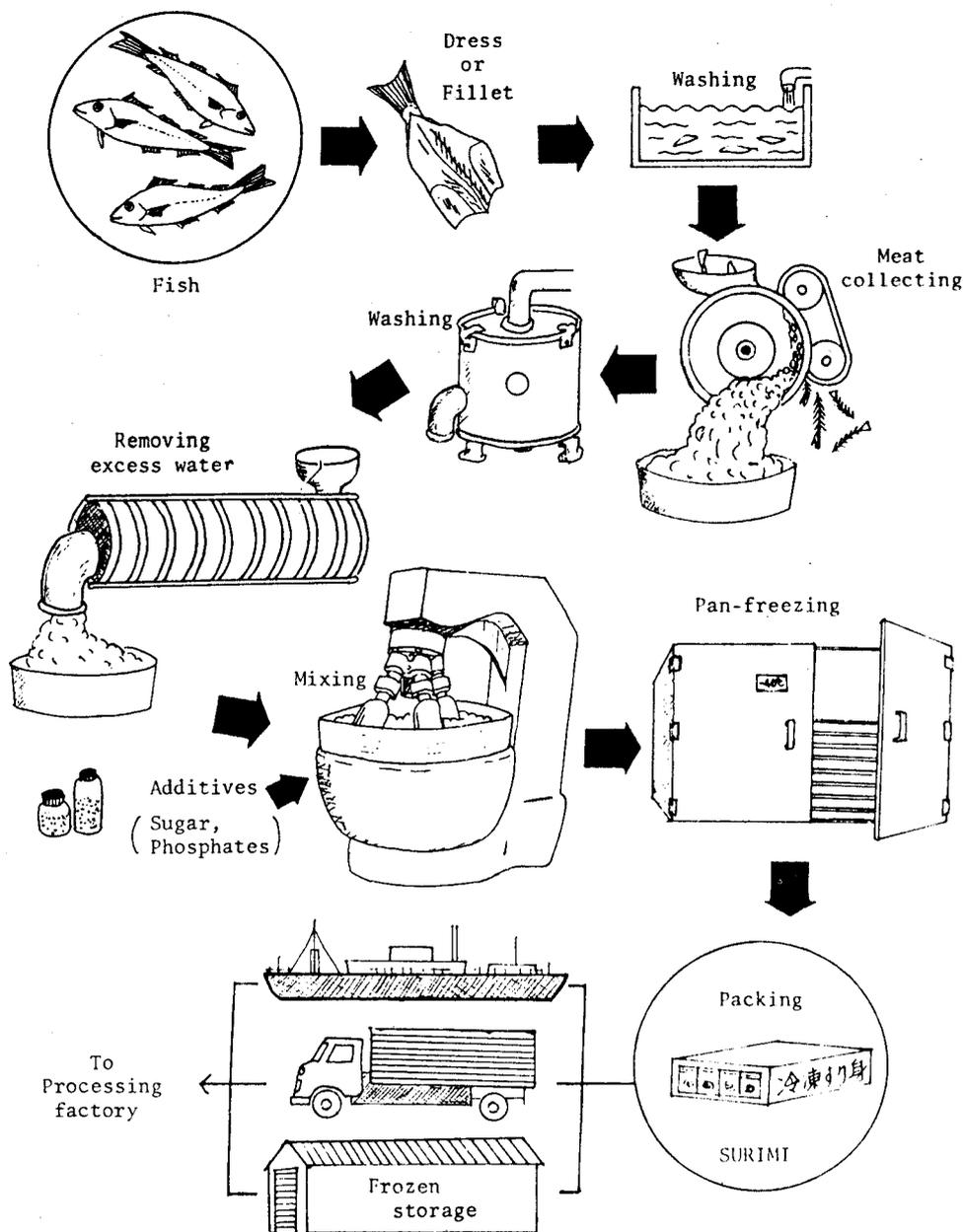


Fig. 1 - Schéma de fabrication de la chair hachée congelée (surimi)
(Suzuki, 1981).

préparation restera sans aucun doute la même ; c'est pourquoi, il doit être tenu compte de l'expérience japonaise dans ce domaine. L'augmentation rapide de la production de pâte de poisson (le kamaboko) au Japon est en grande partie liée à la mise au point de la matière première semi-préparée (le surimi), présentée en blocs congelés et dans laquelle le colin d'Alaska joue un rôle prépondérant. Les différentes phases de préparation du surimi, totalement mécanisées, sont les suivantes : éviscération et lavage des poissons, extraction de la chair par machine à extruder, lavage et égouttage de la chair à l'aide d'un tamis et d'une presse à vis, puis tamisage, addition de saccharose ou de glucose et de polyphosphates. La chair ainsi préparée est conditionnée sous

polyéthylène en blocs de 10 kg, congelée puis entreposée à -20°C . A cette température, la durée de conservation est de 1 an environ (fig. 1).

Le surimi est utilisé pour la fabrication du kamaboko qui revêt trois formes principales : le « kamaboko » au sens spécifique du terme est une croquette de poisson de couleur blanche, de texture fine et élastique, cuite à la vapeur ou grillée ; le « chikuwa » de forme cylindrique, grillé et le « satsumaage » de forme sphérique, carrée, ronde ou cylindrique, frit à l'huile. Les formes de ces différents produits sont obtenus à l'aide de machine ; après cuisson, les produits sont rapidement refroidis et emballés sous vide, puis portés à une température

pour en assurer la pasteurisation. Dans la préparation des saucisses intervient l'addition de lard, d'amidon, d'épices, de colorants et de conservateurs. La cuisson est faite au bain-marie à 90°C pendant 50 mn. Aux Etas-Unis, on fabrique déjà sur ces bases, des saucisses de poisson qui contiennent 25 % de protéines de soja, et des « fishburgers » qui rencontrent un accueil favorable de la part des consommateurs.

Les aliments pour animaux de compagnie : un marché en expansion.

En 1980, on comptait en France 9 millions de chiens, 6,5 millions de chats et 8,9 millions d'oiseaux ; 34 usines contribuent à leur alimentation en offrant à ces consommateurs 295 000 t de conserves et 160 000 t de produits secs ; cette production globale de 455 000 t représente un chiffre d'affaire hors taxes de 2 250 000 000 francs.

Ce sont évidemment les aliments destinés aux chats qui font le plus appel au poisson et aux sous-produits de la pêche ; la plupart des conserves destinées à ces animaux contiennent un minimum de 10 % de protéines issues du poisson. La matière première utilisée est très variable, allant du poisson entier frais ou congelé aux autolysats en passant par les sous-produits des industries de transformation et les farines. En 1980, les industries de préparation d'aliments pour animaux de compagnie ont ainsi utilisé 18 000 t de poisson et de sous-produits de la pêche. La technologie de la préparation de ces aliments ne revêt pas de caractères particuliers ; elle est comparable à celle de la fabrication des produits destinés à la consommation humaine. De même, les conditions d'hygiène applicables aux locaux et au matériel sont basées, dans l'un et l'autre cas, sur le même texte réglementaire, le décret n° 71-636 du 21 juillet 1971. La gamme des produits s'élargit sans cesse et leur « qualité gastronomique » s'affine ; c'est ainsi que l'on trouve notamment sur le marché des pilchards en aspic, des plats de fruits de mer à la gelée de crevettes et des plats au poulet et au thon.

La fabrication de farine de poisson pour l'alimentation du bétail

cette puissante activité industrielle est basée sur une matière première souvent contestable.

La farine de poisson est l'une des principales sources de protéines animales utilisées par l'élevage : en 1980, la production mondiale de farine a été de l'ordre de 4 600 000 t. Parmi les principaux producteurs figurent le Japon, l'URSS, le Chili et le Pérou (tabl. 2A). Cette production mondiale de farine correspond à un équivalent frais de 23 Mt de poisson ; sur ce total, 6 Mt sont constitués de déchets d'usines de transformation ou de poissons jugés inaptes à la consommation humaine, mais 17 Mt sont des poissons pêchés dans le seul but de préparer de la farine. Parmi les espèces utilisées figurent le pilchard, le menhaden, l'anchois du Pérou, le capelan mais aussi le chinchard, le hareng et même merlu.

Au moment où le déficit en protéines animales pour la consommation humaine s'accroît régulièrement et où les ressources marines font souvent l'objet de surexploitation, l'utilisation d'espèces comestibles pour l'homme pour faire de la farine paraît difficilement admissible. Cette situation anormale n'a cependant pas échappé aux

principaux pays producteurs et c'est ainsi que le Pérou commence à produire des conserves d'anchoveta à l'huile (cette évolution est aussi liée dans ce cas au changement dans la composition spécifique de l'écosystème résultant de l'effondrement des captures d'anchois), et que le Chili s'efforce de tirer un meilleur parti de ses débarquements de merlu.

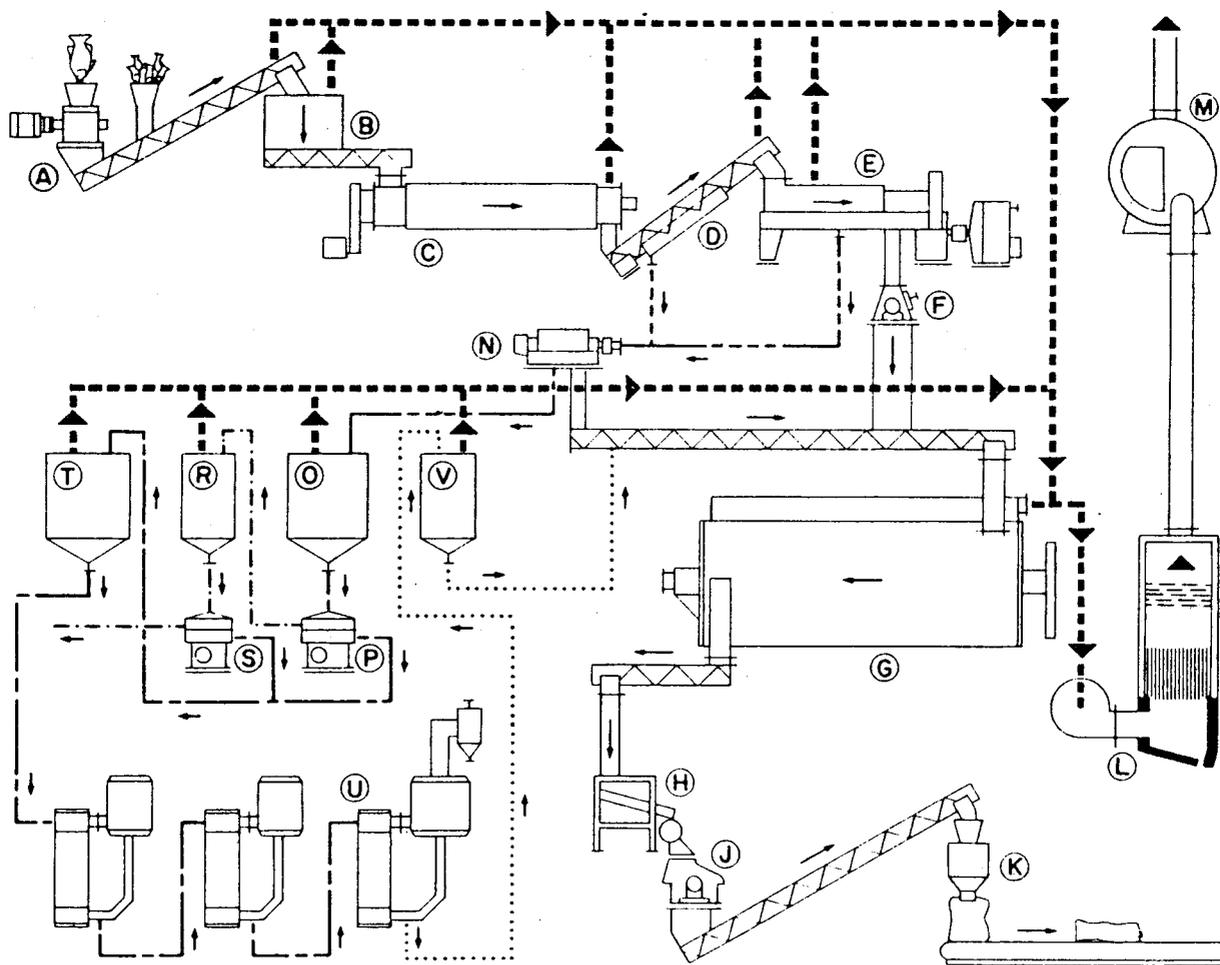
La technique de fabrication la plus courante comprend les étapes suivantes : cuisson à 95°C – 100°C dans un cuiseur à double paroi chauffé à la vapeur ; passage dans une presse continue à double vis d'Archimède ; séchage du gâteau de presse dans un séchoir cylindrique rotatif dans lequel est injecté de l'air à 600°C, la température du gâteau ne dépassant cependant pas 80°C ; tamisage grossier, broyage puis ensachage et pesée (fig. 2). au cours de la préparation de la farine, une phase liquide est récupérée en deux points de la ligne de fabrication : d'abord entre le cuiseur et la presse, puis à la sortie de la presse. Le traitement de cette phase liquide est particulièrement important car il conduit d'une part à l'obtention de l'huile de poisson et d'autre part à la récupération d'une phase solide représentant jusqu'à 20 % du poids final de la farine. Pour ce traitement, la phase liquide obtenue aux deux points précités passe dans un décanteur centrifuge : la partie solide est renvoyée dans le séchoir et la partie liquide est centrifugée ; on obtient ainsi l'huile de poisson et une phase semi-liquide, le « stickwater » qui peut être commercialisé directement sous le nom de « fishsolubles » mais qui est le plus souvent renvoyé dans le séchoir après passage dans des évaporateurs (fig. 2).

Par sa richesse en protéines, la farine de poisson constitue un élément essentiel dans l'alimentation de certains animaux d'élevage ; à titre d'exemple, la farine de hareng de Norvège présente les teneurs moyennes suivantes : protéines 72 %, matières grasses 7,5 %, humidité 8,4 %. La farine de poisson, mélangée à des farines de céréales, parfois additionnées de sels minéraux, de vitamines ou de dérivés du lait, est utilisée comme aliment de croissance sous forme de granulés chez les porcelets, les poulets et les dindons ; elle est également employée dans l'alimentation des truies. Dans ces produits, le pourcentage de la farine de poisson varie de 2 à 5 %. Mais cette farine a bien d'autres débouchés ; c'est ainsi qu'elle est employée dans la préparation des aliments pour les poissons d'élevage (truites, saumons, poissons-chats, anguilles), pour les animaux à fourrure (visons) ainsi que pour les chats (croquettes).

La production française de farine de poisson, avec 18 500 t en 1981 est loin de suffire aux besoins de nos industries ; la demande ne peut donc être satisfaite que par des importations (61 000 t) ; les exportations s'élevant à 16 000 t, la consommation de farine de poisson pour l'alimentation des animaux en France ressort à 63 500 t/an.

L'huile de poisson : un produit aux débouchés multiples

Les composés lipidiques sont extraits à partir de graisses de mammifères marins, des foies de poissons et principalement de la chair de poisson lors de la fabrication des farines (tabl. 2B). L'huile de poisson, obtenue lors de la préparation de la farine, constitue une matière première utilisée par les industries les plus



- Vapeur
- - - - - Jus de presse
- · - · - Huile de poisson
- · — · — Eaux résiduelles
- Concentré d'eaux résiduelles

Fig. 2 - Schéma d'installation d'une usine de farine de poisson (FAO, 1971);

A : broyage (pour les gros poissons), B : dispositif d'alimentation, C : cuiseur à vapeur, D : transporteur à filtre, E : presse à vis jumelée, F : déchiqueteuse, G : séchoir, H : tamis, J : broyeur, K : balance ensacheuse ;
 N : décanteuse, O : réservoir régulateur, P : centrifugeuse des eaux résiduelles, R : réservoir régulateur des huiles, S : centrifugeuse des huiles, T : réservoir des eaux résiduelles, U : concentrateur à effet multiple, V : réservoir des solubilisés de poisson condensés, L : épurateur, M : chaudière.

diverses : fabrication de margarine pour l'alimentation humaine, mais aussi préparation d'huiles siccatives, de vernis, de lubrifiants et d'agents hydrofuges ; elle est aussi utilisée en pharmacie (Stansby, 1967). L'huile solidifiée est essentiellement employée pour la préparation des margarines et de matières grasses spéciales pour la biscuiterie et la pâtisserie (shortening). La margarine contient au moins 80 % de matière grasse dans laquelle 16 % d'eau ou de lait ont été émulsifiés ; sa préparation comporte l'addition d'agents émulsifiants (0,5 %) et éventuellement de colorants, de vitamines A et D, de

conservateurs et d'arômes. La préparation des huiles solidifiées (fig. 3) comprend les opérations suivantes :

raffinage à l'aide d'une solution alcaline dans le but d'éliminer les acides gras libres sous forme de savons ainsi que les mucilages ;

blanchiment, par passage sur du charbon actif ou à l'aide d'argile, pour décolorer l'huile ;

hydrogénation obtenue par addition directe d'hydrogène sur les liaisons non saturées des chaînes d'acides

Production totale : 4 751 300 MT (année 1980)				
Afrique	173 700	Afrique du Sud	147 300	Farines diverses d'animaux aquatiques (poissons, crustacés, baleines, phoques) Poissons 2 435 700 Farines de poissons à chair grasse. Pilchard 408 800 Menhaden 246 000 Anchois du Pérou 229 400 Capelan 126 000 Chinchard 107 800 Autres espèces 737 400 Farines de poissons de fond Sébaste 228 800 222 600 Solubilisés de poissons et de mammifères marins 220 900
Amérique du Nord	678 000	USA	449 600	
		Mexique	101 800	
Amérique du Sud	1188 000	Chili	571 600	
		Pérou	452 100	
		Colombie	102 800	
Asie	1 067 300	Japon	865 400	
		Thaïlande	150 900	
Europe	1 085 900	Danemark	338 500	
		Norvège	297 700	
		Islande	171 500	
URSS	555 300			
Autres pays	2 700			
(a)			(b)	

Production totale : 1 147 000 MT (année 1980)				
Afrique	33 500		Huiles et graisses de poissons (à l'exclusion des huiles de foie de poissons) Sardine 133 200 Menhaden 132 200 Capelan 80 100 Anchois péruvien 78 200 Huiles de chair d'autres espèces 680 400 Huiles de foie de poissons Foie de Morue 23 700 11 900 Huiles et graisses de mammifères marins 11 900 Huiles et graisses d'animaux aquatiques 7 400	
Amérique du Nord	171 200	USA		141 400
Amérique du Sud	205 500	Chili		111 000
		Pérou		80 000
Asie	260 800	Japon		257 700
Europe	429 500	Norvège		186 500
		Danemark		117 800
		Islande		89 000
URSS	46 000			
Autres pays	500			
(a)				(b)

Tabl. 2 - Farines et solubilisés (en haut), huiles et graisses brutes (en bas) provenant d'animaux aquatiques, production par pays, (a) et par origine ou espèce (b).

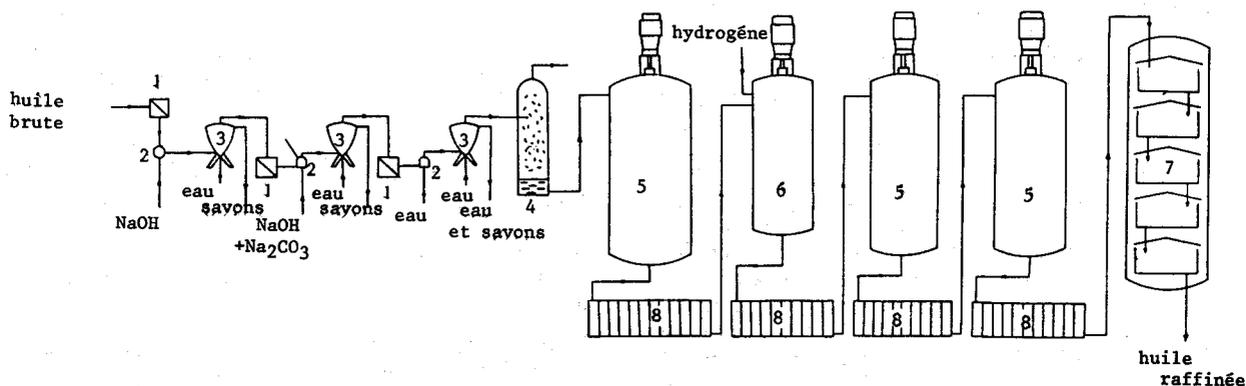


Fig. 3 - Schéma de raffinage des huiles de poisson (Stansby, 1967 p. 219) ; 1 : chauffeoir, 2 : mélangeur, 3 : séparateur, 4 : sécheur sous vide, 5 : batch de blanchiment (60 - 80°C, adsorbant), 6 : batch d'hydrogénation (150 - 200°C, catalyseur nickel), 7 : installation de désodorisation, 8 : filtre presse.

gras ; la réaction met en jeu de l'hydrogène gazeux et un catalyseur, le plus souvent du nickel, à une température variant selon les usines de 170°C à 200°C. L'opération est complétée par une filtration destinée à retirer le nickel ;

nouveau raffinage;

désodorisation obtenue par entraînement des composés les plus volatils à l'aide d'une distillation sous vide.

Dans le domaine industriel, les huiles de poisson (ou plus exactement les dérivés de ces huiles) sont utilisées dans des domaines très divers et notamment dans : les peintures et revêtements anti-rouille, certains lubrifiants, le tannage des cuirs et la préparation des peaux de chamois, les encres d'imprimerie (accélération du séchage), les insecticides (adhérence de l'agent actif), les caoutchoucs naturels ou synthétiques (antioxydant).

L'huile de foie de poisson est longtemps restée la principale source de vitamines A et D en médecine humaine ; la synthèse de ces substances a diminué l'intérêt de ce produit mais il est toujours employé en thérapeutique humaine et animale. Les procédés d'extractions de l'huile contenue dans les foies varient en fonction de la richesse en vitamine A : la méthode la plus simple comporte le chauffage, la centrifugation et la désodorisation (huile de foie de morue) ; pour le traitement des foies d'autres espèces, telles que le thon, le flétan, les requins, on fait appel à la digestion alcaline (soude), enzymatique (pepsine) ou à l'extraction par solvants (trichloréthylène).

Notre production d'huile de poisson est de 3 200 t/an, les besoins de nos industries sont satisfaits par l'importation. En 1981, pour 19 000 t importées et 5 000 t exportées, la balance ressort à 14 000 t.

Les FPC (Fish Protein Concentrates) : farines de poisson pour la consommation humaine d'un avenir incertain

Pour mieux valoriser certains produits et sous-produits de la pêche, la production de farines de poisson destinées à l'alimentation humaine a été mise au point au cours des années 60. Ces farines, d'une teneur en protéines plus élevée que celles destinées à l'alimentation animale auraient pu être consommées dans les pays industrialisés, mais auraient surtout constitué une arme pour la lutte contre la malnutrition dans les pays du Tiers-monde. Les FPC se présentent sous deux types principaux :

type A : poudre inodore et sans saveur, d'une teneur maximale en matière grasse de 0,75 % et d'une teneur en protéines variant de 60 à 88 % ;

type B pour lequel il n'y a pas d'exigence relative à l'odeur ou à la saveur ; la composition moyenne du FPC de type B est de 70 à 75 % de protéines, avec une humidité maximale de 10 % et une teneur en matière grasse inférieure ou égale à 10 %.

Les caractéristiques de ces deux produits impliquent pour leur préparation, la mise en œuvre de technologies très différentes qui conduisent à l'obtention d'aliments présentant des caractères organoleptiques très dissemblables.

FPC de type A

Pour la production de cette farine, la nécessité de descendre à une teneur en matière grasse inférieure à 1 % implique la mise en œuvre d'une technique complexe, faisant appel à l'utilisation de solvants. Le produit obtenu présente un prix de revient élevé, peu compatible avec son objectif principal, la lutte contre la malnutrition dans le Tiers-monde. Le procédé de fabrication le plus courant comporte différentes étapes : lavage et hachage du poisson ; 3 phases successives d'extraction par solvant et de centrifugation, l'isopropanol, l'éthanol et le mélange isopropanol-éthanol sont les solvants les plus courants ; élimination du solvant dans un séchoir rotatif sous vide, chauffé ; broyage et ensachage.

Outre son prix relativement élevé, le FPC de type A présente pour beaucoup de consommateurs du Tiers monde l'inconvénient de n'avoir ni goût ni odeur, ni texture perceptible ; de plus, il ne se mélange que difficilement aux corps gras et ne fixe que très mal l'eau. Dans ces conditions, les consommateurs ne sont pas du tout disposés à payer cet aliment, même si celui-ci possède une haute valeur nutritive. Le FPC de type A a également été incorporé à différentes denrées telles que le pain, les pâtes, les biscuits, les soupes, les plats au riz, les aliments infantiles et diététiques, mais sans rencontrer davantage de succès. On a dit du FPC de type A qu'il était « une solution sophistiquée, d'une haute technologie, à la recherche d'un problème auquel elle pourrait s'appliquer » (Windsor et Barlow, 1981).

FPC de type B

Les caractéristiques du produit fini, notamment son taux de matière grasse pouvant s'élever jusqu'à 10 %, permet la mise en œuvre des mêmes techniques que celles utilisées pour la préparation de farines destinées à l'alimentation animale ; toutefois, les règles d'hygiène à mettre en œuvre sont celles qui sont applicables à la fabrication de toutes les autres denrées destinées à l'homme, aussi bien pour ce qui concerne les locaux que le matériel ; c'est ainsi que les cuiseurs, les presses et les séchoirs sont en acier inoxydable. Les coûts de production du FPC de type B ne sont que légèrement supérieurs à ceux de la farine pour l'alimentation animale.

Les essais d'acceptabilité effectués en Afrique et en Asie du sud-est ont montré que le type B recevait un accueil favorable des populations consommant déjà des produits de la pêche de forte saveur ; c'est le cas des Philippines, du Sénégal, du Mali, du Libéria et du Sri Lanka par exemple. Par contre, le type B n'a guère été apprécié au Pakistan où le poisson est surtout consommé à l'état frais (FAO, 1981). Ces premiers succès donnent à penser que des améliorations portant sur l'odeur, la saveur, la texture, ainsi que sur les qualités fonctionnelles et le conditionnement permettraient une meilleure diffusion du FPC de type B. Toutefois, ces développements technologiques ne sont viables que s'ils subissent le test de la rentabilité économique.

Quoiqu'il en soit, il est difficilement concevable que, dans un avenir prévisible, les FPC de type A ou de type B puissent absorber un pourcentage significatif de la matière première actuellement utilisée pour la fabrication de la farine destinée à l'alimentation animale.

Les hydrolysats : des concentrés protéiques de 2ème génération.

Les farines de poisson et les FPC présentent certaines déficiences dans leurs propriétés fonctionnelles et ne peuvent pas toujours être préparés à l'endroit où la matière première est disponible ; la production d'hydrolysats permet de surmonter la plupart de ces inconvénients. Contrairement à la plupart des farines, les hydrolysats sont des concentrés protéiques de poisson qui présentent une bonne solubilité dans l'eau, ainsi que des propriétés émulsifiantes et des capacités de diffusion satisfaisantes. Leur préparation (sauce, ensilage), ne nécessite pas d'investissements importants, notamment si la matière première est constituée de poissons maigres et la technologie employée est simple. Enfin, le rendement (poids du produit fini/poids de la matière première) est du même ordre de grandeur que dans la production de farine, soit 20 % et la teneur en protéines est élevée puisqu'elle peut atteindre 85 %. Enfin, les coûts de production sont inférieurs à ceux des farines.

L'hydrolyse peut être obtenue soit par les enzymes propres du poisson (autolyse), soit par des enzymes exogènes (enzymes extraites d'autres espèces animales ou végétales, ou d'origine microbienne), soit enfin par des procédés chimiques faisant appel à des substances acides ou alcalines. Si l'hydrolyse des produits de la pêche est un procédé relativement nouveau dans les pays industrialisés (l'ensilage de poisson ne fut mis au point en Suède qu'en 1930), il n'en va pas de même pour les pays d'Extrême-Orient et du Sud-Est asiatique où l'autolyse enzymatique pour l'obtention de sauces ou de pâtes de poisson est une activité traditionnelle très ancienne.

Les sauces de poisson obtenues par autolyse, de type nuoc-man

Le nuoc-man est une production traditionnelle du Viêt-Nam et du Cambodge. C'est un liquide limpide jaune ambré à brun foncé, riche en sel et en composés azotés solubles. La formation du nuoc-man est due à l'action conjointe des enzymes du poisson et des bactéries anaérobies contenues dans les organes digestifs ; les poissons non éviscérés sont mélangés à du sel dans des récipients hermétiquement fermés. Le nuoc-man est soutiré après une fermentation de 6 mois à un an, contrôlée par le sel qui empêche l'envahissement par des colonies bactériennes indésirables. Le nuoc-man est alors bouilli, filtré puis mis en bouteilles.

L'ensilage

L'ensilage du poisson conduit à l'obtention d'un concentré protéique liquide utilisable pour l'alimentation animale soit pour les jeunes comme lactoreplaceur à raison de 10 à 20 % de la ration (veaux, agneaux, porcelets), soit pour les animaux en phase de croissance (mêlé avec des céréales, et même à l'état brut ou en solution dans l'eau pour les porcs). Ce concentré est enfin utilisé en Norvège pour la préparation de granulés humides dans les élevages de salmonidés.

L'ensilage est une autolyse en milieu acidifié, l'acide n'intervenant que pour abaisser le pH du mélange et accélérer ainsi le processus d'hydrolyse. Il s'applique aussi bien au poisson entier qu'à la chair du poisson ou aux viscères (Raa et Gidberg, 1982). Lorsque la matière pre-

mière est du poisson maigre, l'opération ne comporte que 2 étapes, un broyage préliminaire suivi d'un malaxage avec un acide dans des cuves de liquéfaction ; celle-ci est obtenue après une semaine en moyenne, mais sa durée varie de 2 à 10 jours selon la nature de la matière première et la température ambiante. On peut utiliser l'acide formique (2,5 à 3,5 % du poids du poisson), l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique ; les produits traités à l'acide formique présentent toutefois l'avantage de pouvoir être directement utilisables alors que ceux traités aux acides minéraux doivent être neutralisés avant d'être employés. Par contre, dans le cas où la matière première est constituée de poisson gras, le concentré liquide doit être déshuilé car la teneur acceptable du produit fini en matière grasse doit être voisine de 2 % pour satisfaire les besoins des utilisateurs ; les opérations de déshuilage comprennent un chauffage à 80°C environ, une décantation ou un filtrage suivi d'une centrifugation.

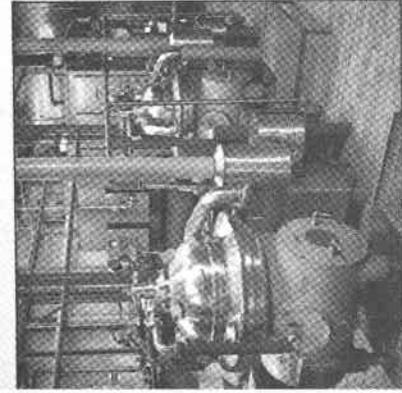
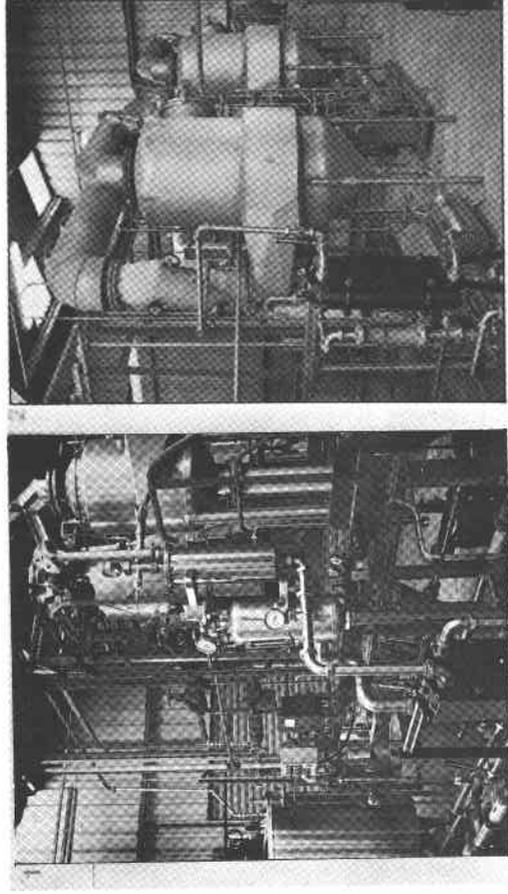
Les concentrés protéiques obtenus par hydrolyse enzymatique (hétérolysats)

L'hydrolyse du poisson peut être obtenue de façon beaucoup plus rapide que dans l'ensilage grâce à l'emploi d'enzymes protéolytiques surajoutés. Parmi les enzymes les plus couramment employés, certains sont d'origine animale (pancréatine, trypsine, pepsine) d'autres d'origine végétale (papaine, bromélaïne) ou microbienne (pronase de streptomyces griseus). L'hydrolyse fait appel à un enzyme déterminé ou, plus fréquemment, à un mélange d'enzymes. Les investissements et les coûts de production sont équivalents à ceux des farines, les rendements légèrement inférieurs (15 %), du fait de l'élimination des arêtes, à ceux obtenus avec la farine (20 %) mais la valeur ajoutée est nettement plus importante.

L'hétérolyse comporte les phases suivantes : broyage, et éventuellement ajustement du pH, hydrolyse avec enzymes, tamisage, décantation, déshuilage par centrifugation, pasteurisation, concentration sous vide, séchage par méthode en spray, ensachage (fig. 4). Certains hétérolysats ont une teneur en protéines de l'ordre de 85 %. Cette méthode est celle utilisée par les Japonais pour l'extraction des protéines du Krill (hydrolyse à 20-30°C pendant 4 à 5 h). De leur côté, les Soviétiques ont mis au point un autolysat de Krill, l'hydrolyse étant obtenue après 2 h à 45°C.

Les réalisations à l'échelle industrielle sont peu nombreuses dans le monde, deux installations importantes fonctionnent en France implantées à Boulogne-sur-Mer et à Lorient fabriquant au total environ 5 000 t de concentrés protéiques par an. La Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche (CTPP) fait figure de pionnier dans ce domaine en commercialisant une gamme de produits dont les plus élaborés sont destinés à la consommation humaine (tabl. 3).

L'hétérolyse est enfin utilisée pour la préparation de sauces de poisson voisines du nuoc-man, en employant notamment la bromélaïne comme enzyme. Les hydrolysats servent à la préparation de bouillons concentrés de potages, de sauces et de pâtes. Ils pourraient également, si certains problèmes liés à la saveur et l'odeur étaient résolus, être employés pour la supplémentation de boissons non alcoolisées pour enfants et d'aliments pour les malades présentant des difficultés de digestion.



- Stérilisation
the flash sterilisation section
- Concentration
- Centrifugation
- Centrifugation
- Hydrolyse
hydrolysis
- Purification
Clarification
- Synoptique de l'atomiseur
the control panel of the spray dryer
- Pesage - Ensachage
The weighing
and bagging-off section

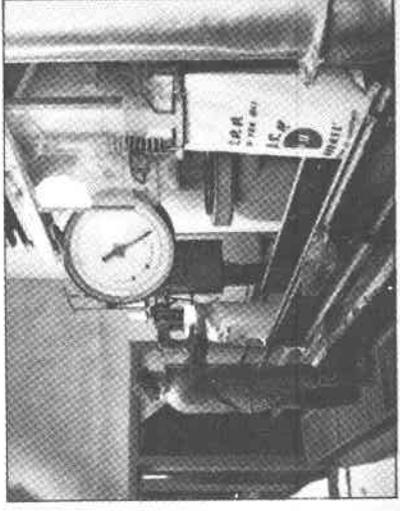
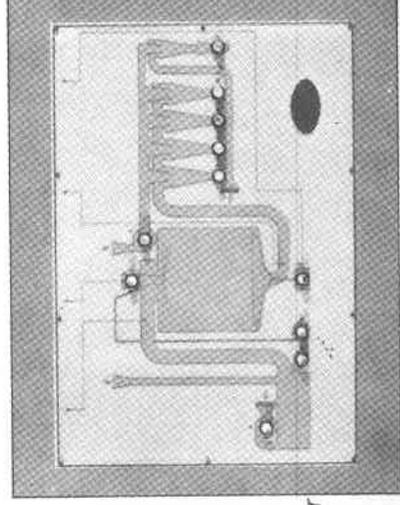
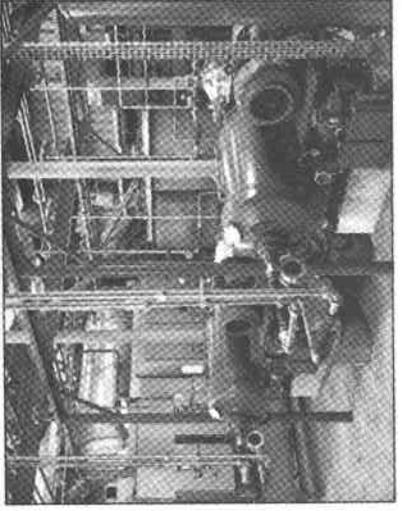
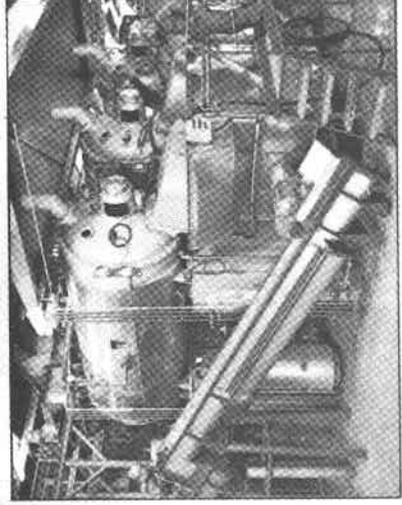


Fig. 4 - Installations d'une usine fabriquant par hydrolyse enzymatique des concentrés protéiques solubles (la CTPP à Boulogne-sur-Mer).

Les hydrolysats chimiques

L'hydrolyse peut également être obtenue par action d'un acide (acides chlorhydrique, sulfurique ou phosphorique) ou d'une base (soude). L'inconvénient de l'hydrolyse chimique est que ce procédé conduit au « déclasserment des protéines » (destruction partielle ou totale de certains acides aminés). Toutefois, les hydrolysats obtenus par hydrolyse alcaline auraient été employés pour supplémenter le lait en URSS et aux Pays-Bas.

Sous-produits divers

D'autres sous-produits, ayant eu leur importance, ont presque disparu ou voient leur intérêt économique diminuer régulièrement, en raison de la concurrence des produits de synthèse ou de matières premières d'autres origines (Brody, 1965). A titre d'exemple, on peut citer :

les cuirs, obtenus par tannage de peaux de poissons tels que les poissons-chats et les requins ;



SEAH - KRILL

EXTRAIT NATUREL DE KRILL

Le KRILL (appellation Norvégienne) est un petit crustacé vivant dans les eaux antarctiques.

A partir de cette matière première, SEAH-INTERNATIONAL propose SEAH-KRILL, un concentré soluble de Krill.

Ce concentré, préparé par un procédé biologique, confère à SEAH-KRILL des propriétés organoleptiques nobles.

Sa teneur en protéine en fait aussi un ingrédient nutritionnel.

PROCEDE D'OBTENTION

Ce procédé comprend les opérations suivantes :

- Solubilisation partielle des protéines
- Élimination des carapaces
- Pasteurisation flash
- Séchage par atomisation (spray)

ANALYSE MOYENNE

Protéines (N X 6,25).....	70 %
Humidité.....	7 %
Matières Grasses.....	3 %
pH.....	7 %
Matières Minérales.....	10 %
Solubilité.....	70 à 75 %

CONTAMINATION BACTERIOLOGIQUE

Salmonella.....	Absence dans 25 g
Staphylocoques pathogènes.....	Absence dans 1 g
Coliformes et E. coli.....	Absence dans 1 g
Anaérobies sulfito-réducteurs.....	Absence dans 1 g
Aérobies mésophiles totaux.....	Inférieur à 10000germes dans 1 g
Levures et moisissures.....	Inférieur à 100 organismes dans 1 g

47, boulevard de la Liane - Saint-Léonard - 62360 PONT-DE-BRIQUES - FRANCE
BP 275 - 62204 BOULOGNE SUR-MER CEDEX - Téléphone : (21) 92.03.18 + Téléc : 110900

PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES

Goût et arôme renforcés de crustacé.

ASPECT PHYSIQUE

Poudre fine de couleur rose-rouge (présence d'asthaxanthine) légèrement hygroscopique.

UTILISATIONS

Le goût, la couleur et l'arôme de SEAH-KRILL permettent son utilisation dans de nombreuses préparations telles que :

- Bisques
- Soupes de poisson
- Sauces et coulis
- Soufflés
- Plats surgelés
- Beurre de crustacé

PRECAUTIONS D'EMPLOI - CONSERVATION

La faible contamination de SEAH-KRILL due aux soins apportés lors de sa fabrication, permet une conservation de longue durée.

Cependant, dans le cas où des mélanges sont effectués avec des denrées périssables, il est recommandé de prendre toutes les précautions d'usage relatives à ces denrées.

CONDITIONNEMENT

Sac papier intérieur polyéthylène

NOTE

Cette fiche technique a été établie pour aider les utilisateurs dans leur tâche, et a été rédigée avec un grand souci d'exactitude.

Cependant, les informations données ne le sont qu'à titre indicatif et ne sauraient engager la SOCIETE SEAH-INTERNATIONAL au-delà des garanties portées sur les contrats.

SEAH FISH EXTRAIT NATUREL DE POISSONS

SEAH FISH est un extrait naturel de poisson à forte teneur en protéines ; il résulte d'un traitement de poissons frais par un procédé biologique.

Les poissons de même type, blancs et maigres, sont soigneusement sélectionnés et permettent ainsi d'obtenir SEAH-FISH avec une qualité constante.

Les protéines constituant SEAH-FISH étant exclusivement d'origine marine, elles confèrent à ce produit une excellente valeur nutritionnelle.

Les propriétés organoleptiques de SEAH-FISH lui permettent de mettre en valeur de nombreuses préparations alimentaires.

Procédé d'obtention

Le procédé biologique ne fait intervenir aucun produit chimique.

Il comprend les opérations suivantes :

- Solubilisation partielle des protéines ;
- Élimination des matières minérales non solubles ;
- Élimination partielle des lipides ;
- Concentration ;
- Pasteurisation flash ;
- Séchage par atomisation (spray).

Les conditions de température et de durée du procédé sont telles qu'il n'y a ni fermentation, ni destruction d'acides aminés.

La transformation essentielle est donc celle des protéines insolubles en polypeptides de poids moléculaires plus faibles.

Cette transformation est contrôlée de manière rigoureuse pour que ne puissent coexister dans l'extrait d'autres acides aminés libres que ceux préexistants dans la matière première.

Caractéristiques

Analyse moyenne

Protéines (N X 6,25)	80 à 85 %
Humidité	3 à 5 %
Matières Grasses Libres	3 à 5 %
Cendres	3 à 5 %
pH	6,5
Solubilité	75 à 80 %

Sels minéraux

Sodium	0,8 à 1,2 %
Potassium	1,3 à 1,6 %
Calcium	0,1 à 0,15 %
Phosphore	0,5 à 0,6 %
Fer	30 à 40 ppm
Zinc	3 à 5 ppm
Magnésium	3 à 5 ppm

Métaux lourds

Etain	Inférieur à 1 ppm
Plomb	Inférieur à 1 ppm
Cadmium	Inférieur à 1 ppm
Mercurure	Inférieur à 0,15 ppm
Arsenic	Inférieur à 0,30 ppm

Contamination bactériologique

Salmonella	Absence dans 25 g
Staphylocoques pathogènes	Absence dans 1 g
Coliformes et E. coli	Absence dans 1 g
Anaérobies sulfito-réducteurs	Absence dans 1 g
Aérobies mésophiles totaux	Inférieur à 10000 germes dans 1 g
Levures et moisissures	Inférieur à 100 organismes dans 1 g

Valeur nutritionnelle

Acides Aminés	g/16 gN
- Lysine	7,0
- Méthionine	2,8
- Cystine	0,9
- Méthionine + Cystine	3,7
- Thréonine	4,1
- Leucine	6,4
- Isoleucine	3,7
- Méthionine	3,5
- Tyrosine	2,8
- Phénylalanine + Tyrosine	6,3
- Valine	4,4
- Tryptophane	0,9

Coefficient d'utilisation protéique

Mesuré sur rats et calculé à partir de la formule Azote Fixé/Azote ingéré, le coefficient d'utilisation protéique de SEAH-FISH est de 90 (caséine 100).

Digestibilité réelle

La digestibilité réelle de SEAH-FISH est de 100 (caséine 100).

Valeur biologique

La valeur biologique de SEAH-FISH est de 90 (caséine 100).

Coefficient d'efficacité protéique

Le C.E.P. a été trouvé égal à 1,94. Celui de la caséine de référence est de 2,5.

Matières Grasses - Cholestérol

Le taux de matières grasses de SEAH-FISH est faible.

Ces matières grasses sont riches en gras insaturés.

La faible valeur du rapport Cholestérol/Protéine de SEAH-FISH, 1 % (beurre 35 %, œuf 1,3 %, foie de veau 3 %) permet une large utilisation.

Teneur en Acide Urique

La teneur en acide urique de SEAH-FISH est nettement inférieure à celle rencontrée dans les aliments courants, 0,04 % comparée, par exemple, à 0,1 % dans la viande de bœuf.

Teneur en Histamine

La teneur en Histamine de SEAH-FISH est inférieure à 1 ppm. Elle reflète l'excellente fraîcheur de la matière première utilisée.

SEAH-FISH est donc un extrait de poisson de haute valeur nutritionnelle.

En effet, dans cet extrait, la valeur nutritionnelle des protéines provient :

- d'une part, de leur bonne utilisation digestive en relation avec la libération facilitée des groupes d'aminocides et de leur absorption intestinale ;
- d'autre part, de leur bonne utilisation métabolique, en relation avec la composition en acides aminés.

Propriétés organo-leptiques

Goût et arôme de poisson.

Aspect physique

Poudre fine de couleur beige peu hygroscopique.

Energie brute

Environ 4.000 Kcal/kg soit 16.720 KJ/kg.

Utilisations

Du fait de ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques, SEAH-FISH peut être utilisé dans de nombreuses préparations :

- Sauces épicées ;
- Condiments ;
- Hachis ;
- Potages (soupes de poissons) ;
- Court-bouillons ;
- Pâtes de poissons ;
- Quenelles ;
- Riz aromatisé poisson ;
- Croquettes de poisson.

La teneur en protéines de SEAH-FISH permet de les réaliser dans des conditions économiques.

Précaution d'emploi - Conservation

La faible contamination de SEAH-FISH due aux soins apportés lors de sa fabrication, permet une conservation de longue durée.

Cependant, dans le cas où des mélanges sont effectués avec des denrées périssables, il est recommandé de prendre toutes les précautions d'usage relatives à ces denrées.

Conditionnement

Sac papier, intérieur polyéthylène.

Note :

Cette fiche technique a été établie pour aider les utilisateurs dans leur tâche, et a été rédigée avec un grand souci d'exactitude.

Cependant, les informations données ne le sont qu'à titre indicatif et ne sauraient engager la SOCIETE SEAH-INTERNATIONAL au-delà des garanties portées sur les contrats.

Tabl. 3 - Produits nouveaux : exemple de concentrés protéiques solubles commercialisés à destination humaine ; a) hydrolysats de Krill, b) hydrolysats de poisson.

les colles de poisson, issues du traitement des peaux de morues, d'églefins, de colins d'Alaska et de requins ;

la gélatine, préparée en URSS avec des vessies natatoires d'esturgeons, mais aussi avec la peau et les arêtes d'espèces diverses telles que le poisson-chat et la carpe, la gélatine est utilisée pour la clarification des vins et en confiserie ;

l'essence de perle (guanine) préparée avec des écailles de poissons, pélagiques le plus souvent (harengs, sardines, saumon, menhaden), l'essence de perle sert à la fabrication de fausses perles, mais aussi à celle de produits imitant la nacre utilisés pour le revêtement des coffrets à bijoux et des poignées de manche de parapluies, par exemple.

La préparation de molécules à usage industriel ou pharmaceutique

Une attention particulière est actuellement portée sur

les possibilités de production de molécules bioactives à usage industriel ou pharmaceutique. La prospection du monde marin ne fait que commencer et il n'est pas exclu que l'on puisse mettre en évidence, en particulier dans les produits de la pêche, des composés tels que des enzymes, des antibiotiques, des hormones, des stéroïdes et des acides nucléiques en concentration suffisamment importante, pour en rendre rentable l'extraction et la purification.

Les techniques d'extraction (extraction liquide-liquide, chromatographie d'affinité...) ont fait des progrès considérables au cours des dernières années et l'exploration de ces composés fait l'objet de nombreux programmes de recherche. D'ores et déjà, diverses substances ont pu être mises en évidence et isolées (tabl. 4). Cependant, la production industrielle de ces composés nécessite des équipements de prétraitement ou de conservation à bord ainsi que la mise au point à terre de techniques fiables. Ces conditions ne sont que rarement remplies pour le moment : toutefois, diverses tentatives entreprises au

Composés	Source	Utilisation potentielle
Acides nucléiques, nucléosides, nucléotides	Laitance de poisson	Industrie alimentaire (bactéricide, renforteur d'arômes), génie génétique ?
Protamines	Laitance de poisson	Coagulant, neutralisant de l'héparine, effet synergique avec l'insuline
Enzymes protéolytiques	Tractus digestif, viscères	Hydrolyse, bioconversion en agroalimentaire
Acides aminés	Chair de poisson	Pharmacie, cosmétologie, diététique
Glutathion	Foie et viscères de poissons	Activateur d'enzymes, antioxydant
Insuline	Pancréas	Régulation de la glycémie (diabète)
Cortisone	Plasma du sang de poisson	Pharmacie
Vitamines A et D	Foies de poisson	Pharmacie
Cholestérol	Huiles de poisson	Pharmacie (synthèse des stéroïdes)
Lécithines	Huiles de poisson	Emulsifiant en agroalimentaire
Pigments caroténoïdes	Huiles de poisson, carapaces de crustacés	Pharmacie, alimentation en aquaculture (additif)
Hydrocarbures isopréniques (Squalène)	Huile de foie de requin	Pharmacie (précurseur de synthèse des stéroïdes)
Chitines, chitosanes	Carapaces de crustacés	Pharmacie, industrie, agroalimentaire.

Tabl. 4 - Exemple de quelques molécules et composés chimiques isolés de produits et sous-produits de la pêche.

cours des dernières années à bord de navires ouvrent la voie à d'autres réalisations dans ce domaine ; c'est notamment le cas en France des essais effectués sur le *Thalassa* (ISTPM), par l'armement Jégo Quéré (équipement de deux chalutiers de grande pêche) et sur le *Commandant Gué* (morutier-congélateur de l'armement Vidal). Il semble que la réussite de telles entreprises ne puisse être assurée que par l'isolement de molécules de très haute valeur ajoutée. A titre d'exemple il est intéressant d'examiner les recherches et les réalisations concernant deux groupes de composés, les chitines et les enzymes.

Chitine et chitosane

La chitine est un polymère naturel largement répandu ; on la rencontre dans les champignons, dans la carapace des crustacés et dans celle des insectes. C'est un poly-N-acétylglucosamine ; dans la carapace des crustacés, elle est associée à des protéines et à une importante fraction minérale. Le chitosane dérive de la chitine par désacétylation. La fabrication de ces composés se développe depuis une dizaine d'années au Japon : Kyowa Oil and Fat Company, Nippon Soda Kyokuyo et aux USA : Marine Commodities International, Food Chemical Research (Kohn, 1976). Le développement de cette activité industrielle n'a véritablement commencé que lorsque les déchets des usines de traitement des crustacés (crabes et crevettes) ont constitué un sérieux problème de pollution. En France, une production pilote a été entreprise par la société Rousselot Kulhmann.

La rentabilité de la production de ces molécules est déjà partiellement démontrée ; les études économiques réalisées sur ce sujet montrent que la rentabilité est atteinte à partir d'une production de 500 à 2 000 t/an par unité de production, pour un prix de vente compris entre 2 et 5 dollars le kilo (Murray et Hattis, 1978). Elle pourrait être améliorée par une valorisation intégrale des déchets et par utilisation d'autres sources de matières premières, telles que le Krill (fig. 5). Le tableau 5 donne en pourcentage la composition moyenne des matières premières utilisables.

L'extraction de la chitine, à partir de ces matières premières comporte notamment l'élimination des protéines à l'aide d'une solution acide à chaud, la filtration de la frac-

tion insoluble, le lavage puis le traitement de cette fraction à l'acide chlorhydrique, une nouvelle filtration, le séchage, le broyage et enfin le tamisage permettant de récupérer la chitine. Les principales applications mises en œuvre, à l'essai ou proposées de la chitine et du chitosane sont résumées dans le tableau 6.

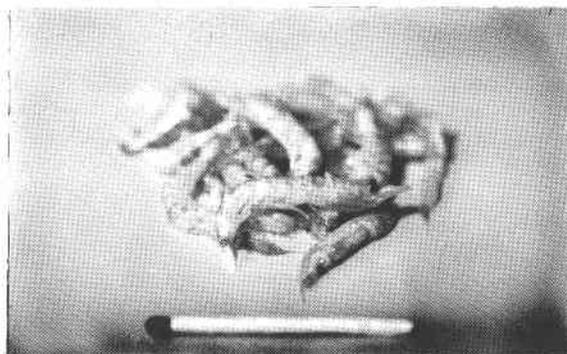


Fig. 5 - Krill de l'Antarctique (*Euphausia superba*) ; source potentielle de protéines animales la plus importante au monde.

Enzymes

Les enzymes interviennent de façon très diverses dans le domaine de la valorisation comme molécules responsables de la perte de qualité des produits et de la détérioration de la matière première, comme catalyseurs de bioconversion des sous-produits, comme molécules à haute valeur ajoutée, aux applications les plus variées.

Enzymes dans la détérioration des produits de la pêche.

Les enzymes continuent d'agir après la mort en provoquant une autolyse qui est parfois très rapide, en particulier chez les petits poissons comme le sprat et l'anchois. La valeur économique de la matière première peut être profondément affectée par la liquéfaction des protéines et par la transformation des lipides sous l'action des lipases conduisant à la formation d'acides gras libres. Cette altération enzymatique, par exemple, rend difficile les opérations de pressage dans la fabrication des farines, le gâteau de presse perdant sa cohésion et sa texture. Il serait donc utile de développer des procédés permettant de préserver la matière première, par ce que l'on peut

Krill brut		Carapaces de Krill		Carapaces de crevettes	
Humidité	78 ± 2	Humidité	3 à 6	Humidité	6,3
Matière sèche	22 ± 1	Protéines	45 à 55	Protéines	44,1
Protéines	13 ± 0,4	Chitine	10 à 15	Chitine	12,5
Lipides	4 ± 0,2	Matière minérale	18 à 25	Cendres	27,3 (dont 11,4 de CaCO ₃)
Cendres	3,2 ± 0,2			Fraction extraite à l'éther	4,3 (dont 0,73 de lipides)
Exosquelette	2 (dont 1 de chitine)				

Tabl. 5 - Compositions chimiques moyennes du Krill brut et des carapaces de Krill et de crevettes en %.

Propriétés	Utilisation
Densité de charge élevée, capacité de fixation importante	Echangeur d'ions, Chromatographie, Récupération de métaux dans les effluents d'industries agroalimentaires (cuivre, chrome), Récupération de déchets radioactifs, Purification des eaux.
Capacité à former des films	Films photographiques, Membranes échangeuses d'ions en électro- dialyse, Industrie textile, Support d'immobilisation d'enzymes.
Texturisation	Adhésifs, Fixateurs de colorants et stabilisateurs dans l'industrie textile, Agent de floculation dans le traitement des eaux usées.
Cicatrisant	Chirurgie, traitement des blessures et des brûlures.
Source de carbohydrate	Bioconversion en S.C.P (Single cells protéins).

Tabl. 6 - Utilisation des dérivés de chitine (Muzzarelli et Pariser, 1978).

appeler une « biotechnologie négative » avec la mise en œuvre d'inhibiteurs d'enzymes ou l'utilisation de micro-organismes concurrents des bactéries indésirables ou pathogènes.

Catalyseurs de bioconversion.

La majorité des enzymes intervenant dans la valorisation des sous-produits est représentée par des protéases ; elles sont mises en œuvre dans la préparation des concentrés protéiques solubles, des ensilages et des sauces de poisson ; elles accélèrent de façon significative l'autolyse en renforçant le pouvoir protéolytique endogène du poisson. C'est ainsi que le temps de préparation de pâtes ou de sauces de poisson, particulièrement recherchées en Extrême-Orient, est réduit de plusieurs mois à quelques jours. De même, dans les pays nordiques, la maturation des harengs, des sprats ou des laitances de poissons utilisés pour la préparation de semi-conserves est accélérée par addition de protéases.

Une utilisation plus sophistiquée des protéases et peptidases pourrait voir le jour avec la préparation de produits à usage spécifique, par hydrolyse secondaire de concentrés protéiques solubles standardisés de poisson. Par exemple des produits, de composition connue en petits peptides, pourraient être utilisés en thérapeutique hospitalière pour subvenir aux besoins nutritionnels azotés des opérés et pour la suppléance des fonctions digestives déficientes.

Dans le domaine des procédés d'extraction, de purification et de modification de la chitine et de ses dérivés d'intérêt commercial précédemment mentionné, les enzymes peuvent contribuer à des progrès technologiques. En particulier l'utilisation de biocatalyseurs, opérant dans des conditions modérées de pH et de température avec une bonne spécificité, permet à diverses opérations de se

dérouler dans des conditions moins drastiques et moins dénaturantes. La purification de la chitine par des protéases (Muzzarelli, 1973) et sa modification par des micro-organismes à activité chitinoclastique (Berkeley, 1978) ont ainsi été proposées. Enfin, la bioconservation directe des déchets de carapaces de crabes et de crevettes par des micro-organismes à activité chitinase élevée a été envisagée (Carroad, 1980) pour produire des protéines d'organismes unicellulaires (P.O.U. ou S.C.P. single cells protéins). La fabrication de ce type de protéines n'est cependant pas rentable pour le moment vu la concurrence d'autres sources protéiques, telles le soja.

On peut enfin mentionner les travaux effectués sur l'hémoglobine, des études fondamentales (Guillochon *et al.*, 1981) ont montré que l'hémoglobine immobilisée chimiquement pouvait produire de l'oxygène, par complexation réversible et spécifique. Les applications potentielles de ces hémoglobines immobilisées seraient notamment la production d'oxygène à petite échelle et la désoxygénation de gaz industriels (l'argon par exemple). Des expériences de laboratoire réalisées avec du sang récupéré dans les abattoirs ont montré que l'hémoglobine de mammifères présentait une forte affinité pour l'oxygène. Par contre, les hémoglobines de poissons, pour des raisons d'adaptation au milieu ont des affinités pour l'oxygène beaucoup plus faibles, se prêtent mieux à l'utilisation envisagée : un vide relativement peu poussé permettant donc de récupérer l'oxygène préalablement piégé.

Extraction et purification des enzymes.

L'extraction d'enzymes protéolytiques de type trypsine à partir de viscères de poissons a déjà été réalisée pour son utilisation industrielle (industries textiles, préparation du cuir, fabrication de la bière), mais cet enzyme n'est pratiquement plus employé en raison de la concurrence de protéases d'autres origines. Cependant, l'extraction

d'enzymes d'organismes marins pourrait, dans certains cas, se révéler prometteuse, car ces biocatalyseurs ont des facultés d'adaptation remarquables (température et pression) liées à une haute spécificité et à un pouvoir catalytique élevé (Somero, 1978).

Conclusion

Les procédés de valorisation de sous-produits de la pêche sont nombreux et très divers, les réalisations les plus importantes consistent sans conteste en la fabrication de farines pour l'alimentation animale et des huiles qui en dérivent. Si cette fabrication peut être considérée comme une amélioration en regard de la production antérieure d'engrais en court-circuitant la chaîne alimentaire, elle reste néanmoins une sous-valorisation par rapport à la fabrication de farines ou de concentrés protéiques destinés à l'homme. Cependant toute la matière première n'est pas valorisable sous cette forme et le débouché principal des sous-produits de la pêche demeure l'alimentation animale, la pêche contribue ainsi à 18 % de l'apport protéique animal. Dans ce domaine des progrès sensibles ont vu le jour, d'une part avec la fabrication de concentrés protéiques solubles obtenus par voie enzymatique. Ces produits relativement nouveaux de par leurs propriétés, notamment leur solubilité et leurs qualités nutritionnelles, semblent pouvoir échapper à la pression économique faite aux farines traditionnelles par les protéines végétales, essentiellement le soja. D'autre part l'ensilage de poissons paraît bien adapté pour améliorer l'élevage dans les pays en voie de développement car il met en œuvre une technologie simple, facilement décentralisable et peu polluante ; il pourrait concurrencer valablement les farines dans de nombreux cas.

- Des débouchés nouveaux ont été créés ces dernières années : la nourriture pour animaux de compagnie (pet food). En Europe le marché est relativement ouvert puisqu'on estime le nombre d'« utilisateurs » exclusifs de ce type de produits à 30 - 40 % et qu'il y a un nombre impressionnant d'animaux de compagnie. En France, on remarque cependant une certaine réticence aux produits à base de poisson par réaction anthropomorphique.

- En nutrition humaine l'obtention, le traitement et la stabilisation de la chair hachée de poisson obtenue par extrusion après filetage ou à partir d'espèces moins « nobles » constituent la réalisation la plus importante en particulier au Japon. Les farines à destination humaine constituent un exemple de réussite technologique et d'échec commercial ; seuls les FPC de type B continuent d'être fabriqués dans le cadre du programme de l'aide alimentaire de la FAO. La production d'hydrolysats est encore faible et ne dépasse pas quelques centaines de tonnes ; leur utilisation, pour le moment restreinte (arômes, soupes...), pourrait être élargie à des applications plus spécifiques.

La valorisation de produits marins pose des problèmes scientifiques, technologiques et commerciaux ; ceux-ci sont plus ardues dès que l'on s'adresse à la nutrition humaine car s'ajoute, aux conditions plus sévères de contrôle de qualité et d'hygiène, un facteur sociologique non négligeable. L'attitude des consommateurs est en effet très variable selon les régions : au Japon et dans la plupart des pays d'Asie le poisson et les produits marins sont portés en haute estime et soutenus par une forte tradition

culturelle. Une situation différente se présente en Europe où la consommation de poisson était autrefois synonyme de pénurie alimentaire et signe d'austérité. Différents tabous et pratiques culturelles ou religieuses restent bien enracinés : poisson carême, poisson eucharistique... En France, le consommateur recherche ou est orienté vers des produits de haute qualité de préférence à l'état frais tels que germon, bar, sole, saumon... ; les produits nouveaux sont souvent considérés avec scepticisme ou mal acceptés. Il n'est pas surprenant de constater à l'examen des projets concernant les produits et sous-produits marins aux USA (S.S.I.E. 1978 - 1981) qu'environ 15 % des études financées aient trait au thème « éducation ». En particulier on peut noter le soutien important apporté aux programmes relatifs à l'orientation du marché, à la modification de l'attitude des consommateurs et à la sensibilisation aux problèmes de l'utilisation rationnelle des ressources marines. A ce thème « éducation » on peut associer les projets relatifs à l'assistance technique et aux transferts de technologie (20 % des projets soutenus). Une telle politique est à promouvoir dans d'autres pays, en France notamment, pour que la valorisation soit prise dans la pleine acception du terme et non comme un synonyme de déchets.

- La valorisation non protéique des produits et sous-produits de la pêche la plus importante est obtenue par l'extraction de composés lipidiques aux applications très variées. Parmi celles-ci les composés à destination pharmaceutique et les « shortening » utilisés en pâtisserie et biscuiterie sont les plus intéressants. Les autres formes de valorisation sont quantitativement peu importantes. Une voie de recherche, qui dépasse le cadre sensu stricto de la valorisation des sous-produits de la pêche, consiste en la préparation de molécules bioactives à usage industriel et pharmaceutique. Les divers exemples qui ont été donnés montrent que les potentialités dans ce domaine sont nombreuses et laissent entrevoir des retombées économiques non négligeables à plus ou moins long terme.

- Enfin, l'analyse des statistiques de pêche laisse apparaître une chute du taux d'expansion de la production mondiale depuis le début des années 70, celui-ci ne croît plus que faiblement malgré un effort de pêche toujours très important. Cela fait ressortir, de manière plus profonde et moins discutable que l'effondrement spectaculaire de certaines pêcheries, le caractère limité des ressources halieutiques. L'augmentation de la production globale des produits marins ne pourra se faire qu'avec la mise en place d'une série d'actions conjuguées.

D'une part des progrès importants sont attendus d'un aménagement rationnel des pêcheries ou de manière plus hypothétique par l'exploitation de nouvelles pêcheries et d'une compétition économique différente résultant du nouveau statut juridique des océans avec l'établissement des ZEE (Troader, 1982). D'autre part, on peut considérer à l'heure actuelle que la pêche, si avancées que soient ses techniques, demeure une activité essentiellement de cueillette. De grands espoirs ont été fondés sur l'aquaculture : une projection vers les 10 à 20 ans à venir indique une production de 20 à 30 millions de tonnes (Laubier, 1982) ; ce domaine d'activité connaît aussi ses propres contraintes : difficultés spécifiques de la domestication des espèces et de l'espace marin, concurrence d'autres activités économiques pour l'utilisation des facteurs de production (sites, nourriture, etc...).

La valorisation des produits de la pêche apparaît dans ce contexte comme un moyen efficace et complémentaire pour mieux utiliser les ressources marines. Elle implique une prise de conscience collective face à l'importance du

gaspillage actuel et la mise en œuvre d'actions programmées, tant au niveau de la pêche elle-même qu'au niveau des industries qui en dérivent.

BIBLIOGRAPHIE

- Berkeley (R.C.)**, 1978. - Chitinolytic and chitosanolytic micro-organisms and the potential biodeterioration problem in commercial application of chitin and its derivatives. - *MITSG*, 78-7, 570-577.
- Brody (I.)**, 1965. - Fishery by-products technology. - Avi publishing Company Inc. : 232 p.
- Carroad (P.A.)**, 1980. - Bioconversion of chitin wastes. - *SSIE*, GY 72763-1/GBP - 2986 - 2.
- FAO, 1971. - La production de la farine et de l'huile de poisson. - *Doc. Tech. FAO Pêche*, 142 : 72 p.
- FAO, 1980. - Report on the marketing study of fish protein concentrate (FPC)B. - FAO/TF/INT 268.
- FAO, 1981. - *Annuaire statistique des pêches*, Produits des pêches, 51 : 178 p.
- FIOM, 1982. - Rapport d'activité 1981, 33 p.
- Fish products notice of research project. - Smithsonian Science Information Exchange, Washington, 1981.
- Guillochon (D.), Esclade (L.), Rémy (M.H.) et Thomas (D.)**, 1981. - Studies on Haemoglobin immobilized by cross-linking with glutaraldehyde, crosslinked soluble polymers and artificial membranes. - *Biochim. Biophys. Acta*, 670 : 332-341.
- Horisberger (M.)**, 1979. - Lessons from the past for better future utilization of fish resources. - *Nestlé, Research News*, 1978 - 1979 : 41 - 49.
- Kohn (P.M.)**, 1976. - Shellfish wastes vie for CPI role. - *Chem. Eng.*, 13 (9) : 107 - 109.
- Laubier (L.)**, 1982. - L'aquaculture : des programmes raisonnablement ambitieux. - *Le courrier du CNRS*, 46 : 12 - 13.
- Lucas (K.C.)**, 1980. - Les conséquences de la diminution des ressources et du régime du droit de la mer sur la mise en valeur de l'aménagement des pêches. - *La Pêche maritime*, décembre 1980 : 674 - 678.
- Murray (A.E.) and Hattis (D.)**, 1978. - Approaches to a practical assessment of supply and demand for chitin products in the United States. - *MITSG* 78-7, 30 - 44.
- Muzzarelli (R.A.A.)**, 1973. - Natural chelating polymers. - New York : Pergamon Press, 99 - 100.
- Muzzarelli (R.A.A.) and Pariser (E.R.)**, 1978. - Proceeding of the first international conference on chitin chitosan. - MIT Sea grant program. *MITSG* 78-7, 652 p.
- Raa (J.) and Gidberg (A.)**, 1982. - Fish silage. A review. - *C R C Critical reviews in food science and nutrition*, 4, 383 - 419.
- Somero (G.N.)**, 1978. - Interacting effects of temperature and pressure on enzyme function and evolution in marine organisms. - *Biochem. Biophys. Perspect. in Marine Biologie*, 4, 1 - 27. Ed. MALIN D.C. et SARGENT J.R., Academic Press. N8Y.
- Troadek (J.P.)**, 1982. - Les pratiques de l'aménagement des pêcheries. Introduction à l'aménagement des pêcheries : intérêt, difficultés et principales méthodes. - *Rapp. techn. Pêches*, FAO (à paraître).
- Stansby (M.E.)**, 1967. - Fish oils : their chemistry, technology, stability, properties and uses. - Avi publishing Company : 440 p.
- Suzuki (T.)**, 1981. - Fish and krill protein : processing technology. - London : Applied Science Publishers, Ltd, 260 p.
- Windsor (M.) et Barlow (S.)**, 1981. - Introduction to fishery by products. - London : Fishing News Books, 187.

STAGE ISTPM/ENITIAA
Evaluation de la qualité marchande du poisson congelé
les 26, 27 et 28 avril 1983

Ce stage, organisé par l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes et l'Ecole nationale des Ingénieurs des Techniques des Industries agricoles et alimentaires, a pour but de présenter des méthodes pratiques récentes de contrôle de la valeur marchande des produits de la mer et d'étudier les effets sur l'évolution de la normalisation.

Les problèmes d'échantillonnage et de contrôle de réception seront traités, ainsi que la détermination des poids nets (poisson glacé, poisson pané), du pourcentage de hachis dans un bloc mixte et la détermination d'espèce par électrofocalisation.

Ce stage s'adresse aux chefs de produits, responsables d'achats et responsables de laboratoires.

Inscription : M. CORMIER
ENITIAA
Chemin de la Géraudière
44072 Nantes Cédex
Tél. : (40) 40.03.00

Renseignements : M. HAN-CHING
ISTPM
Rue de l'île d'Yeu - B.P. 1049
44037 Nantes Cedex
Tél. : (40) 74.99.81