

Valorisation du poisson et perspectives de développement de nouveaux produits : la texturation de chair de poisson

L. HAN-CHING
Institut Français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)
Départ. Utilisation et Valorisation des produits
Centre de Nantes, B.P. 1049, 44037 Nantes cedex France

Le commerce extérieur des produits de la mer est, en France comme dans la plupart des pays développés (Japon, USA, CEE, etc), caractérisé par un important déficit de la balance commerciale. Cette situation résulte pour une grande part de l'effet combiné d'une demande concentrée sur les produits de haut de gamme que constituent les espèces nobles (saumon, langouste, crevette, crabe, coquille Saint-Jacques) et les produits à haute valeur ajoutée (filets de cabillaud, saumon fumé, etc) et d'une insuffisance des ressources halieutiques accessibles aux flottilles nationales pour satisfaire la demande.

Par ailleurs, des ressources appréciables, notamment de poissons pélagiques (chinchard, sardine, anchois, sprat et même germon) et de façon plus marginale démersaux (tacaud, merlan bleu ou poutassou) disponibles dans les zones littorales ou communautaires, restent économiquement sous-exploitées. La valeur des produits finaux étant insuffisante pour couvrir les coûts de capture, de traitement et de distribution.

C'est ainsi qu'en 1982 une dizaine d'espèces ont été responsables de plus de 70 % du déficit global de la balance commerciale des produits de la mer (CCPM, 1983 ; tabl. 1).

Une voie explorée pour résorber le déficit de la balance commerciale consiste à développer l'élevage d'espèces hautement demandées. Des résultats fort prometteurs ont déjà été acquis sur les crevettes marines (pénéidés) et dulçaquicoles (*Macrobrachium*). On peut évaluer à 80 t la production possible de crevettes cette année dans les DOM TOM et à 120 t pour l'année prochaine. Les résultats commerciaux obtenus par le Japon et les expérimentations conduites actuellement par la France sur le forçage des stocks naturels et l'élevage de la coquille Saint-Jacques sont encourageants. Les conditions dont nous disposons (qualité des eaux, sites protégés, conditions moyennes du milieu, température notamment) fait que jusqu'ici l'élevage du saumon ne progresse que très lentement (70 tonnes de saumon produites en 1982). D'une façon générale, les travaux de développement de l'aquaculture ont

CCPM: Comité Central des Pêches Maritimes.

Espèces	Tonnage net importé* (tonne)	Importations nettes (million de F)	Fraction du déficit global** (%)
Salmonidés	23 300	782	15,9
Crevettes	27 100	692	14,2
Cabillaud/Morue	44 400	566	11,5
Thon	11 600	413	8,4
Crabes	7 000	302	6,1
Coquilles St-Jacques et Bigorneaux	8 700	205	4,2
Langoustes	1 500	166	3,4
Sardines	31 000	155	3,2
Sole	7 400	152	3,1
Homard	1 900	115	2,3
Total	163 900***	3 670	74,6

* Tonnage net: tonnages importation moins exportation.
 ** y compris farine, huile, graisses, algues (4 900 millions de francs).
 *** 45 % du tonnage net des produits de la pêche importés (362 600 tonnes).

Tabl. 1. — *Importations françaises nettes des 10 principales espèces, en valeur, des produits de la pêche en 1982 (source CCPM, 1983).*

révélé que les problèmes étaient complexes et que leur maîtrise technique et commerciale prendrait plus de temps qu'on avait pu l'estimer initialement.

Dans ce contexte, la pleine valorisation des espèces marines présente un grand intérêt potentiel, notamment en vue de:

- contribuer à la réduction du déficit de la balance commerciale;
- promouvoir la consommation ou l'utilisation d'espèces moins prisées sous les formes classiques;
- augmenter la valeur ajoutée des matières premières existant en quantités limitées;
- contribuer à la compétitivité des entreprises nationales de conservation et de traitement des produits de la pêche et, par là, au maintien et au développement de l'emploi.

Ces entreprises représentent une part déjà importante et active, du secteur de la pêche et des cultures marines nationales: plus de 150 000 t de poisson ont été traitées en 1982, dont 100 000 tonnes destinées uniquement à la production de conserves; celle-ci a été de 92 000 tonnes (poids demi brut) pour un chiffre d'affaires de 2 100 millions de francs. A titre de comparaison, la production nationale de poisson frais (390 600 tonnes) représente une valeur de 2 900 millions de francs (CCPM, 1983). D'ailleurs, indépendamment des capacités de production natio-

nales propres, la transformation à terre reste fort intéressante même si cette activité reste tributaire d'importations en provenance des pays tiers pour l'approvisionnement. En effet, la valeur ajoutée aux différentes étapes du traitement et de la commercialisation est souvent appréciable. A titre d'exemple, la part du déficit à imputer au saumon, si on devait importer le produit fini, peut être évaluée: 80 % environ des saumons importés sont destinés au fumage industriel sous forme de filets, soit une valeur ajoutée égale à 2,5 fois environ celle de la matière première.

L'idéal serait de développer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée à partir de stocks actuellement sous-exploités (poissons pélagiques côtiers, tacaud, etc) dans les secteurs accessibles à nos flottilles. L'effort de recherche-développement en valorisation des produits a déjà permis de proposer des produits de substitution, type chinchard fumé par exemple, et les initiatives industrielles dans ce sens méritent d'être soutenues (DURAND H., 1980; NICOLLE et KNOCKAERT, 1982). Cependant, l'utilisation de certaines espèces, même transformées, de faible valeur commerciale se heurte à des freins psychologiques divers de la part des consommateurs: mauvaise image de marque, présence d'écailles, présence d'arêtes, rancissement rapide des produits, etc.

Une voie prometteuse est de rendre le poisson totalement «anonyme» en faisant disparaître les caractéristiques de saveur et de texture de l'espèce concernée grâce à certaines technologies de pointe de texturation. Les progrès dans certaines de ces

techniques sont tels qu'il est devenu possible de fabriquer à partir de chair de poisson des succédanés de certains mollusques et crustacés, de la viande de bœuf hachée, voire même de chair de poisson appertisée (conservée par stérilisation) présentant des caractéristiques physiques et gustatives similaires à celles d'autres poissons nobles.

Ainsi, le Japon est actuellement capable de produire de façon industrielle des «succédanés» de crabe obtenus par aromatisation et coloration de surface de chair texturée de colin d'Alaska : en 1983, 50 000 tonnes y ont déjà été fabriquées, dont 18 000 pour l'exportation, après seulement deux ans de commercialisation à l'étranger (tabl. 2).

Pays	Quantité exportée (tonne)	
	1982 (janv.-déc.)	1983 (janv.-déc.)
États Unis d'Amérique ..	6 850	12 110
côte ouest	4 518	8 596
côte est	2 332	3 514
Grande Bretagne	349	1 989
Australie	1 750	1 443
Canada	27	1 334
Nouvelle Zélande	113	259
Pays-Bas	116	141
Belgique	43	149
Divers	172	353
Total	9 330	17 778

Tabl. 2. — Exportation de «succédanés» par le Japon en 1982 et 1983 (d'après LEE, comm. pers).

La texturation

On considère qu'un produit alimentaire est texturé dès que ses caractéristiques physiques diffèrent de celles des liquides.

Les premières pratiques visant à texturer un liquide sont très anciennes : c'est ainsi que le «tofu» (caillet de soja) est confectionné en Asie depuis plus de 2 000 ans à partir d'une solution de protéines solubles des graines de ce protéagineux. Dans ce cas, la consistance et la texture désirables sont acquises après refroidissement du produit coagulé par traitement thermique contrôlé (en présence de sulfate de calcium) d'un lait de soja, lui-même obtenu après trituration des graines et extraction des protéines solubles dans l'eau. La texturation des protéines végétales est donc parmi l'une des plus anciennes méthodes de traitement alimentaire ; le mécanisme comprend schématiquement deux étapes : une orientation des molécules ou des macromolécules de la matière, suivi d'une insolubilisation¹ (dénaturation des protéines) et réticulation² destinée à stabiliser la phase acqueuse du produit.

Plus de 200 procédés ont été brevetés ces vingt dernières années, regroupés en neuf méthodes de base, selon GIDDEY (1983). Citons parmi les plus intéressantes :

la filage humide - à partir d'une solution alcaline de protéines, la formation de fibres est obtenue après passage dans une filière, par coagulation dans un bain acide

la cuisson extrusion - procédé de forçage d'un matériau plastique (ici alimentaire) au travers d'une filière. La poussée est exercée par la rotation d'une vis à travers un fourreau, en général accompagnée d'une augmentation importante de température

la texturation par gélification - elle comprend une étape de formation de gel par traitement thermique d'une pâte légère très homogène et très dispersée, suivie d'une étape de séchage-fumage destinée à fixer la forme définitive du produit

la filage par fusion - procédé de filage à partir d'un matériau protéique presque sec, à l'état de fusion thermique

la texturation par solvant - procédé utilisant un solvant organique tel l'éthanol ou l'acétone pour insolubiliser un mélange de protéine et de polysaccharides

la texturation par déformation de surface - une fine pellicule de matériau hydraté et homogénéisé est formée et étirée ; après relâchement, elle se plisse. La stabilisation de la structure se fait par traitement thermique approprié

la texturation par congélation - elle utilise les possibilités de fixation de la structure par action des cristaux de glace formés sous l'effet d'une congélation lente et maîtrisée

Dans d'autres domaines alimentaires, des exemples anciens existent également en Europe notamment pour les produits laitiers (fromages). Dans le cas des produits carnés, la texturation vise surtout à obtenir des caractéristiques organoleptiques différentes puisque les matières premières en question ont déjà une texture propre. On peut citer les charcuteries pour la viande en Europe et le «kamaboko» (pâte) pour le poisson en Asie.

Réalisations à partir des produits marins

L'une des pratiques les plus anciennes est probablement la fabrication traditionnelle des pâtes de poisson, remontant au xv^e siècle au Japon. Diverses variétés de pâte existent en fonction de leur forme et du mode de chauffage : «chikuwa», «hampén», «kamaboko», «sumaki»... Pour plus de commodité,

1 - Insolubilisation : perte de solubilité due au changement de conformation des protéines.

2 - Réticulation : formation d'un réseau réticulé par arrangement des chaînes polypeptidiques.

on les regroupe souvent sous le terme de «kama-boko». Ils sont caractérisés par une texture ferme et élastique très prisée par les consommateurs asiatiques. A titre d'exemple, la production de ce type de produit pour satisfaire la consommation intérieure japonaise est supérieure au million de tonnes.

Moins anciens et produits en quantités plus modestes, on peut citer divers exemples en Europe : beurre de poissons et de crustacés divers, boulettes de poissons...

Les réalisations industrielles ont été grandement facilitées par l'avènement des désarêteuses mécaniques permettant de séparer automatiquement la chair des arêtes et de la peau. Fort heureusement, la chair hachée, à condition qu'elle ne soit pas récupérée sur l'arête centrale, possède encore des proprié-

tés fonctionnelles intéressantes : capacités de gélification, d'émulsification, de rétention d'eau. Le hachis ainsi obtenu peut être utilisé par exemple dans les fabrications de sticks panés, de croquettes ou de charcuteries de poissons. Mais surtout, au Japon, les désarêteuses mécaniques ont permis de développer à bord des navires la fabrication d'un produit de première transformation, «le surimi», en quantité suffisante pour approvisionner son industrie de production et de traitement du «kamaboko».

L'utilisation des techniques sophistiquées de texturation du poisson n'ont pas fait l'objet d'investigations poussées en Europe et aux USA. Les méthodes développées dans le domaine des protéines végétales, bien qu'applicables théoriquement, perdent dans beaucoup de cas de leur intérêt puisqu'elles demandent d'abord une transformation sous forme d'isolats³ avant solubilisation puis texturation, d'où une augmentation appréciable du coût de traitement.

On relève cependant quelques tentatives au niveau des laboratoires notamment dans le domaine du filage (MACKIE et THOMSON, 1982). La cuisson extrusion, qui a connu un développement industriel pour les produits céréaliers, fait l'objet actuellement de quelques tentatives timides mais non dénuées d'intérêt au sein de certains laboratoires pour l'utilisation des produits marins. Citons également les essais de cryotexturation ou texturation par congélation.

L'avantage de certaines techniques développées au Japon à partir du «surimi» est de permettre, outre un changement de texture, la suppression d'une grande partie de la saveur. Ces techniques peuvent présenter alors un intérêt certain spécialement pour les poissons gras. C'est ainsi que les premiers essais effectués à l'IFREMER (département Utilisation et Valorisation des produits de la mer, centre de Nantes) sur la texturation du maquereau (poisson gras doué d'odeur et de saveur fortes) sous forme rappelant la viande hachée, laissent entrevoir des possibilités d'incorporation à la chair de bœuf jusqu'à 40 à 50 % sans détection de flaveur de poisson, avec en outre un rendement économique intéressant qui reste cependant à évaluer.

Toujours à partir de pâte de poisson, des succédanés de coquillages et de crustacés ont été développés. Le plus spectaculaire est actuellement un succédané de chair de crabe mis au point au Japon à partir du «surimi» et qui connaît un indiscutable succès.

Le succédané de chair de crabe

Commercialisé actuellement sous forme de miettes, de bâtonnets reconstitués à partir de miettes ou de bâtonnets de fibres, c'est un produit obtenu par texturation «indirecte» d'une chair déjà texturée sous forme de pâte de poisson. C'est donc un «kama-boko» imitant la texture fibreuse et la flaveur de la chair de crabe.

Le «surimi»

Le «surimi» industriel fabriqué à bord surtout à partir de lieu d'Alaska, est une pâte semi-finie conservée à -25°C après lavage intensif, traitement aux cryoprotecteurs et broyage. Il est conditionné sous forme de plaques congelées avec, en général, double emballage plastique et carton, il aurait ainsi une durée de conservation limitée malgré la basse température d'entreposage à l'état congelé. Au delà, la pâte perd ses aptitudes à donner la consistance ferme et élastique désirable. Le lavage de la chair hachée est réalisé soigneusement à deux ou trois reprises afin de dissoudre au maximum les parties solubles, dont la fraction azotée non protéique et les protéines sarcoplasmiques; sont ainsi éliminées en grande partie les substances responsables plus ou moins directement du changement de conformation (dénaturation) et les protéases capables de scinder (hydrolyse) les protéines myofibrillaires restantes. De même, sont lessivés les composés aromatiques spécifiques de l'espèce contenus dans les fractions solubles. Les cryoprotecteurs ajoutés ensuite sont en général le sucrose et/ou le sorbitol (en fonction de la catégorie de qualité) et les polyphosphates. On obtient finalement une masse protéique humide, sucrée mais presque sans saveur de poisson, de compositions variées mais toutes assez voisines (SUZUKI, 1981; TANIKAWA, 1971).

3 - Isolat : concentré contenant 90 % ou davantage de protéines.

La fabrication, pourtant complexe, est menée industriellement suivant une chaîne automatisée, à partir d'un mélange à base de «surimi» dont la composition peut être la suivante (exemple):

surimi de lieu d'Alaska	50,45 %
sel	1,6 %
amidon	6 %
blanc d'œuf	8 %
arôme de crabe	0,7 %
extrait de crabe	1,7 %
glutamate de sodium	0,5 %
alcool de riz doux	1 %
colorants	0,05 %
eau	30 %

Après chauffage, on obtient des «kamaboko» de caractéristiques texturales très variées en fonction de divers facteurs dont le principal semble être l'espèce de poisson choisie.

Dans le cas des bâtonnets de fibres la pâte est broyée et mélangée avec les divers ingrédients décrits ci-dessus, à l'exception des colorants. L'ensemble est pré-formé, réchauffé et cannelé dans une première machine puis coloré, pelliculé et découpé automatiquement dans un second ensemble d'appareillages. Le produit obtenu subit un second traitement thermique avant congélation, emballage et stockage. Les autres formes de conservation actuelles sont la réfrigération sous vide et la conserve appertisée.

L'aromatisation obtenue à base d'extraits de crustacés, mélangés à certains alcools doux et d'autres extraits divers est réhaussée par des sels d'acides glutamique, inosinique et guanylique. Le résultat au niveau de l'arôme est excellent; cependant la saveur sucrée du produit actuel due à la présence de sorbitol et/ou de saccharose est trop accentuée, si on se réfère au goût des occidentaux.

La coloration à base de norbixine est parfaitement imitée. Elle comprend notamment de l'erythrosine, du caramel, du rouge de cochenille, du tartrate de sodium et de la cendre d'aluminium.

Perspectives du procédé

Comme tout produit nouveau, compte tenu de la faible augmentation en volume de la consommation alimentaire en France (1 à 2 % par an en volume), le succédané de crabe est destiné à se substituer à d'autres types de produits alimentaires; ce type de produit d'imitation est particulièrement intéressant, car il devrait venir se substituer en grande partie aux produits naturels que nous importons, soit pour la consommation directe, soit pour transformation ultérieure. On pourrait même imaginer que ces types de produits influenceront sur le développement possible de

certaines cultures marines de mollusques ou crustacés à moins que celles-ci ne bénéficient de progrès techniques permettant de produire à un coût moins élevé à court terme, ce qui paraît assez improbable.

La réussite de la technique permettant la production de succédané de crabe est certainement exceptionnelle, car cette technique est considérée par les spécialistes japonais eux-mêmes comme la plus importante découverte dans le domaine de la technologie du poisson, depuis la dernière guerre mondiale; ils estiment en outre que cette réussite est de grande portée économique.

Aussi fait-il l'objet actuellement en France de transactions commerciales et de recherche-développement. En effet, si les négociations commerciales aboutissent rapidement avec le Japon pour la fabrication de ce produit, le résultat économique serait certainement intéressant pour l'industrie agro-alimentaire française compte tenu de l'ampleur des marchés existants.

Parallèlement, l'IFREMER (département UVP, centre de Nantes) avec le concours de l'INRA* (centre de Nantes), poursuit actuellement les essais de réalisation de ce type de produit à partir d'espèces de moindre valeur marchande. L'intérêt de ces travaux dépasse largement la mise au point d'un succédané de chair de crabe. En effet, la connaissance et la maîtrise des propriétés fonctionnelles des protéines de poissons et des techniques de dénaturation et de restructuration sont potentiellement susceptibles de déboucher sur d'autres applications (substituts de coquille Saint-Jacques, par exemple) à partir d'espèces différentes actuellement peu valorisées.

Recherches à mener

Actuellement, la technologie du poisson haché est devenue un sujet principal de recherches en Europe et en Amérique du Nord, pour valoriser à la fois les chutes de filetage, les captures accessoires et les poissons de faible valeur commerciale; parmi les méthodes étudiées, la texturation ouvre des possibilités d'innovations nouvelles intéressantes et importantes. Elle doit s'appuyer sur des recherches à orientation biochimique et rhéologique⁴.

Dans le cas présent, l'étude et la mesure des propriétés fonctionnelles sert de base pour comprendre et évaluer la «fonctionnalité» de la chair destinée à être modifiée, de même que les études et les tests rhéologiques servent de guide pour orienter les techniques de texturation (fonctionnalité: caractère relatif aux structures et fonctions chimiques, par exemple des protéines).

* INRA: Institut National de Recherche Agronomique.

4 - La rhéologie est une science qui étudie les relations entre les contraintes que subit un corps et les déformations qui en découlent.

Le maintien de la fonctionnalité des matières à texturer passe ensuite par la connaissance du mécanisme de dénaturation des protéines, afin de permettre une protection suffisamment efficace des propriétés fonctionnelles désirables, lors de la conservation à l'état congelé (cryoprotection). De sérieux espoirs sont ainsi attendus de la mise au point de cryoprotecteurs performants: il est nécessaire pour cela de mieux comprendre les réactions enzymatiques et/ou non enzymatiques conduisant à la formation de formaldéhyde; spécifiquement formé dans la chair de poisson congelé.

Enfin, de nouvelles techniques de texturation pourront elles-mêmes être développées à partir d'une parfaite connaissance du comportement rhéologique des matières soumises à des traitements technologiques divers compte tenu de leur formulation.

Ces développements récents de la recherche et de la technologie alimentaires ouvrent des perspectives nouvelles à la valorisation des produits de la mer. Les stocks de chinchard, tacaud, sardine..., peuvent être considérés comme une «mine» (au sens de source) de substances diverses extractibles à partir desquelles il sera possible de fabriquer des produits divers; mieux encore, ces substances extraites pourront être recombinaisonnées pour fabriquer des «alliages» (produits reconstitués) de haut de gamme. Un effort de recherche substantiel reste nécessaire pour vérifier ces perspectives et développer et maîtriser les techniques envisagées. Ces investigations adaptées à la situation de la pêche nationale impliquent un renforcement de la recherche dans le domaine des produits de la mer vers des études plus exploratoires:

- bien connaître les caractéristiques des matières premières disponibles à transformer (composition, propriétés fonctionnelles, profils aromatiques, etc.);
- mener les études (liées au développement d'une industrie d'extraction à destinations diverses (caractéristiques des extraits, méthodes d'extraction, procédés du génie industriel alimentaire, etc.);
- développer les expérimentations d'appui nécessaires au développement d'une industrie de reconstitution des produits à partir de substances extraites (comportement rhéologique, caractéristiques des produits finis, interactions chimiques des substances entrant dans les formulations, etc.).

Des perspectives à moyen terme existent pour l'industrie de transformation à partir d'espèces actuellement sous-exploitées. Leur concrétisation dépend en partie d'un renforcement des moyens de recherche exploratoire en soutien à la technologie.

La réussite du succédané de crabe est à mettre au compte des travaux de recherche et de développement menés au Japon, mais est due également au fait que les efforts des technologues des pays producteurs de crustacés, d'une part dans le maintien de la qualité du produit conservé, d'autre part dans l'adéquation des techniques de récupération de chair de crabe, n'ont pas donné les résultats escomptés.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements à M. J.Y. LEE, qui a bien voulu fournir les données chiffrées sur la commercialisation du «succédané» de crabe, ainsi qu'à MM. WEBER J., DURAND H. et PICLET G. pour les commentaires qu'ils ont bien voulu me faire pour la rédaction finale de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- CCPM (Comité central des Pêches maritimes). - Rapport sur le commerce extérieur des produits de la pêche en 1982. Sept. 1983, Paris.
- DURAND (H.), 1980. - La valorisation des produits nouveaux à base de poisson. - *La Pêche Maritime* n° 1233: 687-690.
- GIDDEY (C.), 1983. - Phenomena involved in the «texturization» of vegetable proteins and various technological processes used in plant proteins for human food. p. 425-437. Dir. Publ. C.E. BODWELL et L. PETIT. Martinus Nijhoff/Dr. W. JUNK Edit., La Hague.
- LILLFORD (P.J.), 1983. - Freeze texturing and other aspects of the effects of freezing on food quality. «International symposium on the properties of water» (ISPOW III). Beaune, France. 11-16 sept. 1983.
- MACKIE (I.M.) et THOMSON (B.W.), 1982. - The preparation and assessment of spun fibres from fish proteins using a wet spinning process. - *J. Food Technol.*, 17: 483.
- NICOLLE (J.P.) et KNOCKAERT (C.), 1982. Utilisation du chinchard. - *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 326.
- SUZUKI (I.), 1981. - Frozen minced meat (surimi) in Fish and krill protein. p. 115-147. - Applied Science Ltd. Edit., Londres.
- TANIKAWA (E.), 1971. - Japanese style fish meat pastes. In Marine products in Japan: 340-372. - Koseisha - Koseikatô Company, Tokyo. ■