

1. Les coproduits d'origine marin

1.1. Que sont les coproduits ?

Les coproduits désignent les sous-produits, les captures accessoires, les rejets, les invendus...etc. définis comme tout ce qui n'est pas utilisés ou consommés habituellement par l'homme, mais récupérables et utilisables après traitement. Ils proviennent des procédés traditionnels de transformation des produits de la mer comme le filetage, l'éviscération, l'étêtage, le pelage, le lavage, la décongélation ou la cuisson de produits bruts. Ce sont, par exemple, les viscères, branchies, squelettes internes, carapaces ou coquilles...etc. Ils représentent de 30 à 60% de l'animal (Ifremer, 2010).

Le figure 1, désigne les coproduits d'une espèce marine (le Thon), considérés comme non consommable par l'être humain.

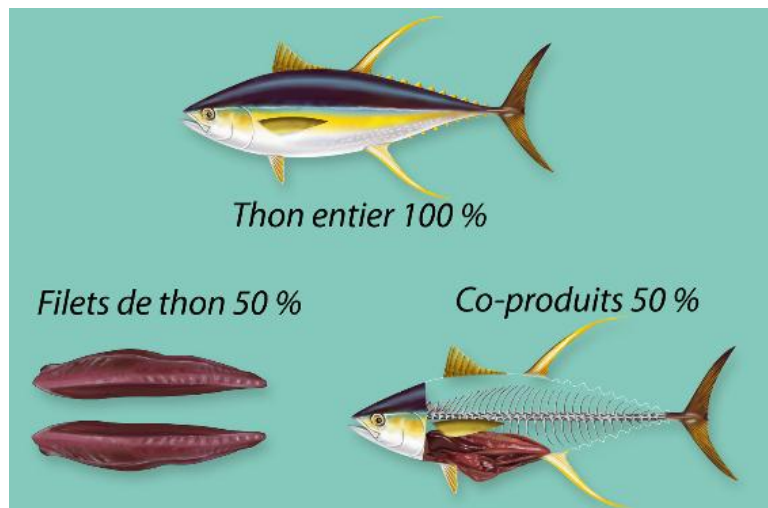


Figure 1. Produit et coproduits provenant de la filière de transformation du Thon (CPS, 2014).

1.2. Qui génèrent les coproduits ?

Les coproduits de poisson sont générés à petite échelle mais également de façon industrielle. Le tableau N°1, résume les différents types de coproduits générés et le volume de leur production par les industries de transformation, les sociétés de mareyage et les ménages qui génèrent ces quantités.

Tableau 1. Types de coproduits et volumes générés par les producteurs (CPS, 2014).

Producteurs	Type de coproduits	Volume
Industries de transformation de poisson	Tête, peau, arêtes, queue, nageoires, viscères, organes génitaux, chutes de parage, résidus cuits et rejets.	Elevé
Sociétés de mareyage	Poissons invendus ou avariés et déchets issus de l'éviscération/filetage	Modéré
Ménages	Les parties du poisson qui ne sont pas consommées, à savoir les arêtes, la peau et les parures	Limité

1.3. Quelles quantités sont générées ?

L'industrie de transformation de poisson génère une quantité importante de coproduits. La partie consommée du poisson représente à peine 40 à 60 % du produit entier, le reste étant éliminé ou sous-utilisé. La figure 2 schématise la composition des coproduits générés par les sociétés de transformation du thon, exprimée en pourcentage du poids total du poisson.

Les sociétés de mareyage, y compris les revendeurs, génèrent une quantité indéterminée de coproduits. Or, ces produits pourraient être centralisés en vue de leur utilisation.

Les ménages consomment environ 80 % du poisson entier (en poids). Les 20 % de coproduits restants sont en général donnés aux animaux domestiques ou sont enterrés pour l'amendement du sol des jardins. Par conséquent, le volume de coproduits éliminés par les ménages est faible.

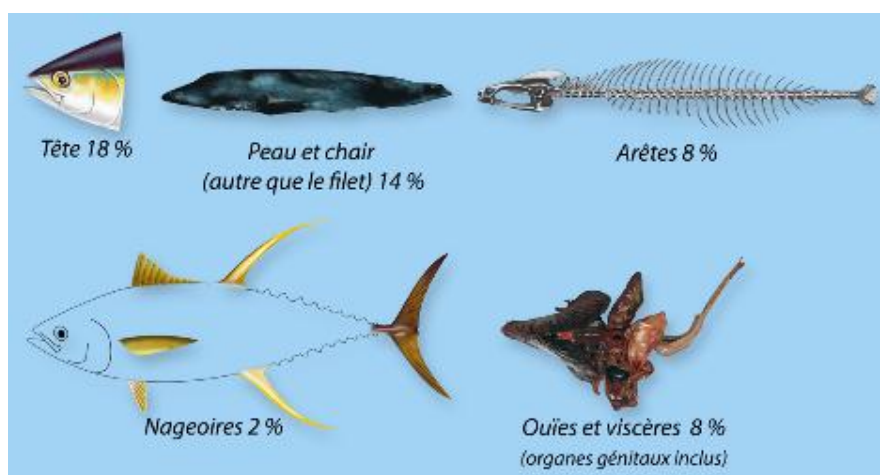


Figure 2. La composition des coproduits de thon, exprimée en pourcentage du poids (CPS, 2014).

1.4. Voies de valorisation des produits dérivés des coproduits marins

Le produit dérivé est le produit commercial obtenu à partir d'un coproduit. Compte tenu de l'importance des coproduits, de nombreux efforts ont été réalisés pour les utiliser dans diverses applications: l'alimentation animale ou humaine, la diététique, la nutraceutique, la pharmaceutique, le cosmétique et d'autres applications. A partir d'un même type de coproduit (tête, viscères, arêtes, peau) il est possible d'obtenir différents produits dérivés (Balti, 2011).

1.4.1. Farine de poisson

La production de farine de poissons pour la nutrition animale est actuellement la valorisation des coproduits la plus importante, car tous peuvent être utilisés sans distinction et aucun tri n'est nécessaire. Ainsi, en 2006, environ 20,2 millions de tonnes de poissons et de coproduits ont été transformés en farines (FAO, 2008). En 2008, 2,6 millions de tonnes de farines ont ainsi été commercialisés avec près de 25% des matières utilisées qui étaient des coproduits issus de l'industrie de transformation du poisson (FAO Globefish, 2009).

Le poisson utilisé pour les fabriquer peut avoir été pêché en mer spécialement à cette fin (pêche minotière) ou il peut s'agir de déchets de l'industrie du poisson (Arnaud, 1985).

La fabrication de la farine consiste en une cuisson de la matière première dans de l'eau bouillante, un pressage pour extraire l'excès de l'eau et des lipides suivi d'un séchage. Le produit séché est ensuite broyé et tamisé (Sila, 2015).

1.4.2. Huile de poisson

Les fractions lipidiques issues de ces coproduits sont généralement valorisées après extraction, raffinage et détoxification d'huiles brutes de poisson ou des huiles de foie de certaines espèces (Linder *et al.*, 2006).

La principale valeur nutritionnelle de ces huiles, réside dans leurs richesses en acides gras polyinsaturés (AGPI) dont certains acides gras essentiels de type $\omega 3$ et $\omega 6$. L'huile de foie de poissons, naturellement riche en vitamines D et A, favorise la fixation de calcium et participe à la consolidation des os et des dents. La vitamine A joue aussi un rôle dans le mécanisme de la vision (Balti, 2011).

Les huiles de poisson sont surtout utilisées en alimentation animale (aquaculture : 87%), après purification éventuelle et en lipochimie comme graisse industrielle (tannage, assouplissement et entretien du cuir, savonnerie...) (Sila, 2015).

1.4.3. Hydrolysats enzymatiques de poissons

L'hydrolyse enzymatique est une des voies de valorisation des coproduits de poissons, en permettant de concentrer et valoriser les protéines d'origine marine sous la forme de farines solubles avec une granulométrie très fine (Djellouli, 2018).

A teneur protéique élevée, les hydrolysats sont obtenus soit par autolyse (uniquement sous l'action d'enzymes endogènes) soit par hétérolyse (avec addition d'enzymes exogènes)

Une fois séchés, ces hydrolysats ont un aspect identique à celui des farines. Cependant, la proportion en éléments minéraux est assez faible car les arêtes osseuses non hydrolysables ont été retirées. Les hydrolysats ont l'avantage d'être très digestes et d'avoir une haute qualité nutritive (Balti, 2011).

1.4.4. Nutrition humaine

Depuis une quarantaine d'années, les industriels s'intéressent aux hydrolysats de poissons pour leur intérêt nutritionnel et diététiques en alimentation humaine. C'est pourquoi les propriétés fonctionnelles telle que la solubilité, la rétention d'eau, la capacité émulsifiante, le pouvoir moussant ont été étudiées afin de déterminer dans quelle mesure ces hydrolysats permettent de modifier les caractéristiques organoleptiques des aliments ou d'augmenter leur durée de stockage (Aguilar et *al.*, 2008 ; Balti et *al.*, 2010).

1.4.5. Alimentation animale

L'alimentation animale est le principal débouché de ce type de production. En effet, en raison de leur richesse en protéines, en acides aminés essentiels et en minéraux, les farines des sous-produits de la pêche sont très appréciées pour leurs hautes digestibilités et leur richesse naturelle en éléments nutritionnels (Balti et *al.*, 2010).

Les hydrolysats protéiques aussi appréciés pour leur haute valeur nutritive, sont également utilisés en alimentation animal, surtout en aquaculture. Cette substitution de la farine par des hydrolysats enzymatiques a démontré une augmentation de la croissance des poissons dans certains cas (Tang et *al.*, 2008).

1.4.6. Hachis congelés

L'utilisation des coproduits sous forme de hachis congelés est très certainement celle qui nécessite le moins d'opérations de transformation. En effet, après un tri spécifique, les coproduits sélectionnés (tout coproduits à l'exception des viscères et des peaux) sont broyés, filtrés puis congelé en blocs (Balti, 2011).

Ils sont utilisés principalement par les fabricants d'aliments comme aliments pour animaux de compagnie et animaux à fourrure (Sila, 2015).

De par leur pouvoir aromatique intéressant, une petite partie des hachis congelés sert à l'élaboration d'extraits et de concentrés aromatiques destinés aux plats cuisinés, soupes, fumets et sauces pour l'alimentation humaine (Ifremer, 2010).

Les hachis représentent en tonnage la 3^{ème} voie de valorisation des coproduits marins en France avec environ 30000 tonnes par an (Andrieux, 2004).

1.4.7. Arômes

L'extraction de substances aromatiques constitue une autre voie de valorisation des coproduits marins (Randriamahatody, 2011). Têtes et arêtes de poisson, têtes et carapaces de crustacés, branchies des coquilles Saint-Jacques et viscères sont toutes proscrites. Un tri spécifique est effectué sauf pour les poissons blancs (Ifremer, 2010).

Deux principes de fabrication cohabitent : le premier qui vise à sécher la matière par cuisson puis à broyer le produit conduit à l'obtention d'une poudre aromatique peu soluble ; le deuxième au contraire consiste à mettre en contact la matière première et l'eau puis à récupérer cette eau et à concentrer puis sécher les matières organiques dissoutes afin d'obtenir un extrait soluble.

Les coproduits peuvent ainsi être valorisés à la condition impérative qu'ils soient de qualité et propre à la consommation humaine (Balti, 2011).

1.4.8. Lécithine

Les lécithines, sont un des constituants majeurs des membranes cellulaires. Ils possèdent de très nombreuses fonctionnalités qui leur confèrent un intérêt pour des applications dans les domaines de la nutraceutique, le médical, la cosmétique et l'agro-alimentaire. Dans la majeure partie des applications, ils sont principalement utilisés pour leurs propriétés émulsifiantes indépendantes de leur greffage en acides gras. Cependant, les lécithines marines présentent en plus la particularité d'être riches en acides gras oméga 3 et notamment en acides gras à longue chaîne de haut intérêt nutritionnel. C'est pourquoi depuis quelques années, il y a un regain d'intérêt pour ce type de produits issus du milieu marin et notamment de coproduits afin de réduire les coûts et d'assurer une disponibilité. Les œufs et la laitance de poissons sont des matrices de choix tout comme certaines têtes de poissons (thon, saumon...) (Balti, 2011).

1.4.9. Protéases digestives

La récupération des protéases à partir de poissons et d'invertébrés aquatiques et leur caractérisation s'est accrue durant ces dernières années (Bougatef, 2013) et a donné naissance à de nouveaux usages biotechnologiques surtout dans le domaine des technologies alimentaires (Castillo-Yañez et *al.*, 2004).

Les sous-produits de poisson (surtout les viscères) sont des sources importantes d'enzymes protéolytiques qui représentent aujourd'hui le plus important groupe d'enzymes industrielles utilisées dans le marché (environ 50% du volume total d'enzymes) (Rao et *al.*, 2000). Les plus importantes enzymes protéolytiques des viscères de poisson sont la pepsine (une protéase aspartique) et les sérines protéases telles que la trypsine, la chymotrypsine et l'élastase.

Cependant, l'utilisation des sous-produits de la mer comme source potentielle d'enzymes industrielles est associée à quelques limitations à savoir la disponibilité saisonnière, la variation de l'activité enzymatique selon la nature de l'alimentation de poissons et l'état de fraîcheur de la matière première (Sila, 2015).

1.4.10. Chitine et chitosane

La chitine et le chitosane sont des coproduits des carapaces de crustacés, des plumes de calamars et des os de seiche.

Se sont des polymères non toxiques, biodégradables et biocompatibles. Ils auraient des propriétés antioxydante et immunostimulante, et sont également des agents floculants. Le chitosane, possède de plus, des propriétés antibactériennes (Ifremer, 2010).

1.5. Evolution du marché des produits marins, focus sur les crustacés

Les crustacés présentent un intérêt commercial, nutritionnel et économique de grande valeur que ce soit à l'échelle nationale ou internationale.

La forte hausse de la demande de ces produits marins qui ne cesse d'augmenter à l'échelle mondiale est principalement liée à l'augmentation de la consommation humaine. Elle représentait 0,7 Kg par habitant en 1970 tandis qu'elle a atteint 7,8 Kg par habitant en 2008, soit une augmentation de 6,6 % par an (FAO, 2010).

Cependant cette consommation est inégalement répartie sur la surface de la planète (Figure 3) (FAO, 2008).

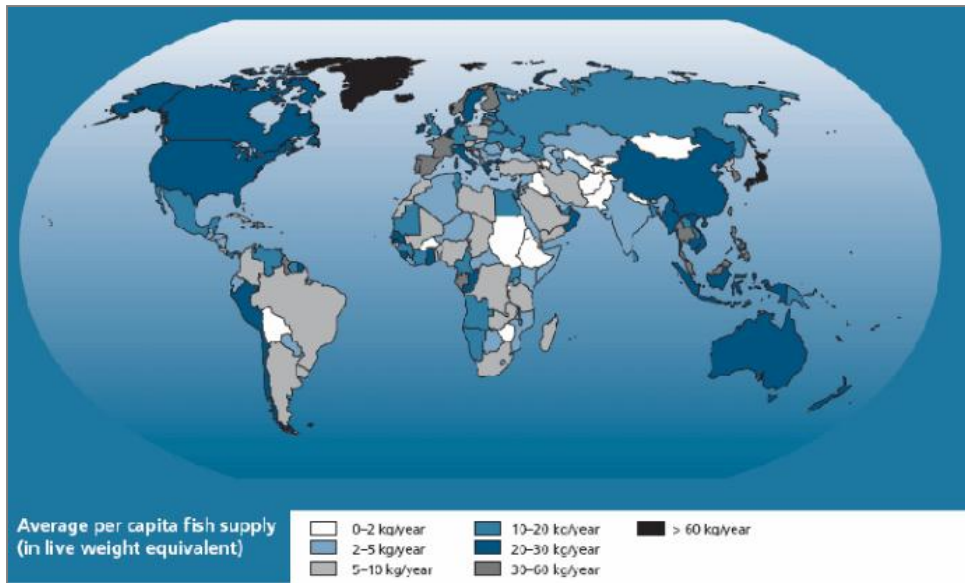


Figure 3. Répartition de la consommation moyenne des produits marins par habitant de 2003 à 2005.

Cette répartition inégale est le reflet de valeurs traditionnelles et culturelles, de la disponibilité en ressources marines et des critères socio-économiques.

La consommation est la plus élevée au Groenland et au Japon. Elle est la plus faible en Afrique. Elle est importante en Asie-Indonésie-Océanie, en Europe Occidentale, en Amérique du Nord, Centrale et sur la côte chilienne.

La consommation humaine de produits marins a atteint 72,1 Mt en 2006. Son augmentation suit celle de la population. Les utilisations non-alimentaires ont augmenté jusqu'à la fin des années 90 (Figure 4) et contribue à l'effort de pêche mondiale. La principale utilisation non-alimentaire est la production de nourriture pour l'alimentation animale, notamment pour l'aquaculture (Taouint, 2016).

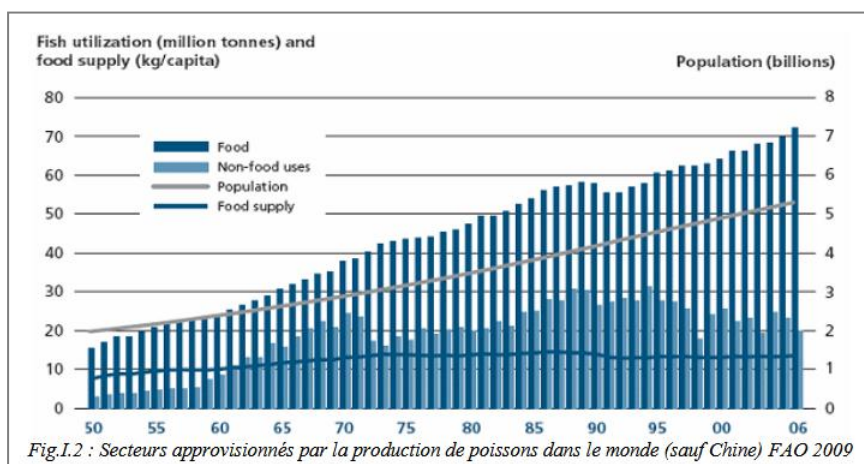


Fig.I.2 : Secteurs approvisionnés par la production de poissons dans le monde (sauf Chine) FAO 2009

Figure 4. Secteurs approvisionnés par la production e poissons dans le monde (sauf Chine) (FAO, 2009).

Avant la crise de 2009, l'augmentation de la consommation était particulièrement marquée pour les crustacés, principalement la crevette. La consommation mondiale est passée de 0,4 kg/hab en 1961 à 1,6 kg/hab en 2005. Aujourd'hui, la crevette est la première valeur échangée parmi les produits marins. Sa production annuelle mondiale était estimée à plus de 6Mt en 2005. La région Asie-Pacifique (notamment la Chine, la Thaïlande, le Vietnam, l'Indonésie et l'Inde) est la principale productrice, totalisant près de 88 % des productions (Globe fish, 2011). Les exportations de crevettes atteignent 14 milliards de dollars par an, soit 16% des produits marins (Globe fish, 2011).

Les crevettes, généralement traitées aux métabisulfites à la sortie de l'eau, pour éviter leur dégradation et le noircissement des carapaces par oxydation, sont vendues soit fraîches, soit congelées, cuites ou marinées. De plus, elles sont proposées entières ou décortiquées.

En 2010, la plus forte augmentation était la part des crevettes cuites et décortiquées. Généralement, cette forme de produit est destinée à une post-transformation, telle que la fabrication de brochettes de la mer ou de plats préparés.

L'une des espèces de crevette les plus commercialisées est la crevette tropicale, dite crevette à patte blanches, *Penaeus vannamei*. À l'origine, elle était cultivée uniquement sur la côte Pacifique de l'Amérique latine. Depuis sa production s'est étendue. Elle a atteint 67 % de la production mondiale en 2008 (FAO, 2010), soit 70% des pénéides. La consommation de *P. vannamei* est très prisée. Elle a augmenté de 58% en Asie et de 211% en Amérique latine entre 2001 et 2006.

L'augmentation de la production des crustacés entraîne une augmentation du volume de leurs coproduits. Des plateformes de décorticage de crevettes existent notamment au Maroc et en Asie. Leur principale voie de valorisation est la production de chitine, l'un des composés majoritaires des cuticules de crustacés (Le Roux, 2012).