

**PROGRES TECHNOLOGIQUES AU SEIN DES INDUSTRIES  
ALIMENTAIRES  
IMPACT SUR LA QUALITE DES PRODUITS**

**GROUPE : "PRODUITS ALIMENTAIRES D'ORIGINE AQUATIQUE »**

**RAPPORT D'EXPERTS PREALABLE AU RAPPORT DE  
L'ACADEMIE DES TECHNOLOGIES**

*20 mars 2006*



3.3.1 Lipides, acides gras et composés liposolubles	
3.3.2 Les composants protéiques	
3.3.3 Les micronutriments	
3.4 Exigence de qualité – aspects organoleptique	<b>p.94</b>
3.5 Image et perception des produits d'origine aquatique	<b>p.95</b>
3.6 Importance réglementaire	<b>p.98</b>
<b>4) Perspectives et discussion au sein du groupe</b>	<b>p.102</b>
<b>Acronymes</b>	
<b>Bibliographie</b>	
-	

# Introduction

## Objet du travail, modalités d'organisation, auteurs :

L'étude présentée a été réalisée à la demande de l'Académie des Technologies dans le cadre des travaux engagés pour caractériser l'impact de l'évolution des technologies de production et de transformation sur la qualité sanitaire, nutritionnelle et organoleptique des aliments.

Ce travail concerne les filières des produits alimentaires d'origine aquatique. Il se concentre uniquement sur les produits animaux de pêche et d'aquaculture destinés à la consommation directe, à la transformation ou à des utilisations industrielles diverses. Il a été élaboré sous la responsabilité de Luçay HAN-CHING, Directeur du Centre IFREMER de Nantes, avec l'appui :

- d'un comité de rédaction qui a largement contribué à sa rédaction, relecture et coordination, composé de :
  - o Chantal CAHU, responsable du département « physiologie fonctionnelle des Organismes Marins », IFREMER
  - o Françoise MEDALE, coordinatrice « Recherches Piscicoles », INRA,
  - o Jean-Pierre BAUD, responsable du programme « Qualité des produits d'aquaculture », IFREMER
  - o André FOREST, délégué pour la France du CIEM – Conseil International pour l'Exploration de la Mer
  - o Camille KNOCKAERT, Ingénieur de recherches, IFREMER
  - o Patrick LASSUS, responsable du programme « Environnement côtier, santé et sécurité du consommateur », IFREMER
  - o Philippe PAQUOTTE, chef de division « Observatoire économique, entreprises », OFIMER

Et d'un groupe d'experts, qui ont été mobilisés pour la rédaction. Il s'agit de :

- o Alain ABARNOU, IFREMER Brest
- o Isabelle AMOUROUX, IFREMER Nantes
- o Gaëlle ANDRIEUX, stagiaire DESS à OFIMER
- o Loïc ANTOINE, IFREMER Nantes
- o Joël AUBIN, INRA Rennes
- o Pierre BAUDRY, Université de Nantes
- o Benoît BELIAEFF, IFREMER Nantes
- o Catherine BELIN, IFREMER Brest
- o Jean-Paul BLANCHETON, IFREMER Palavas
- o Martial CATHERINE, IFREMER Nantes
- o Christine CHOPIN, IFREMER Nantes
- o Denis COVES, IFREMER Palavas

- Monique ETIENNE, IFREMER Nantes
- Emmanuel GOYARD, IFREMER Nouméa
- Yves HARACHE, IFREMER
- Sylvie LAPEGUE,
- Pascal LARNAUD, IFREMER Lorient
- Hervé LE BRIS, ENV Nantes
- Jean-Claude LE SAUX, IFREMER Brest
- Pierre MALLE, AFSSA Boulogne sur Mer
- Frédéric MENS, IDMER Lorient
- Monique POMMEPUY, IFREMER Brest
- René ROBERT, IFREMER Argenton
- Thierry SEROT, ENITIAA Nantes
- Marc VANDEPUTTE, INRA Jouy en Josas
- Véronique VERREZ-BAGNIS, IFREMER Nantes

Le secrétariat de l'ensemble était assuré par Christian BOURDEL (Agropolis-Museum). L'évolution du travail a été suivie par Pierre FEILLET, au titre de l'Académie des Technologies.

L'ensemble du groupe, ou le groupe de relecture, ont été réunis à quatre reprises, les 11 février, 1<sup>er</sup> juin, 1 septembre et 7 novembre 2005, à partir d'un projet de plan élaboré par un comité de rédaction le 30 novembre 2004.

Compte tenu de la diversité des contributions qui ont été apportées, il ressort du document une hétérogénéité dans la présentation et le style de rédaction. Ce document devant servir de base à une synthèse préparée par les Académies, les coordonnateurs ont préféré garder la richesse des points de vue existants dans cette hétérogénéité plutôt que d'essayer d'harmoniser l'ensemble et risquer de perdre les points saillants exprimés par les experts.

## **Etapas historiques**

La pêche pour des besoins alimentaires est restée longtemps cantonnée aux eaux continentales et littorales, compte tenu probablement des difficultés de conservation des produits aquatiques.

Les méthodes de conservation par le sel ont permis la pêche des stocks hauturiers au début du XIV<sup>ème</sup> siècle en Europe puis son développement dès la fin du XV<sup>ème</sup> siècle sur les bancs de Terre Neuve pour la morue.

Avec l'apparition de la glace pour conserver le poisson et la modernisation des techniques de pêche au chalut, la grande pêche s'intensifie au cours de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, la pêche pélagique côtière se développe à son tour grâce à l'appertisation de clupéidés dans l'Atlantique Nord-Est. Cette pêche s'est nettement amplifiée au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle avec l'utilisation de la farine de poisson dans les élevages industriels terrestres, l'adoption des techniques de détection acoustique et l'emploi de fibres synthétiques pour la fabrication d'engins de pêche plus puissants.

En 1954, la mise au point en Grande Bretagne d'un chalutier usine permettant le filetage et la congélation en plaques à bord accroît les capacités de stockage et favorise la pêche de poissons blancs à bord en vue de la transformation ultérieure.

Un peu plus tard, grâce à la découverte des cryo-protecteurs capables de ralentir la dénaturation des protéines à l'état congelé, les Japonais développent la pêche de l'Alaska Pollock (colin d'Alaska) en vue de stabiliser une matière première « surimi » à bord pour la transformation des produits texturés à terre.

A peu près à la même époque, la pêche thonière bénéficie à son tour d'innovations techniques dans la détection, les techniques de pêche (à la canne, à la senne, filet maillant) et les techniques de congélation en saumure pour approvisionner les conserveries et alimenter la demande des pays riches.

Confrontés à l'épuisement des stocks localisés devant leurs côtes, plusieurs pays riverains firent pression pour favoriser l'extension à 200 miles des juridictions nationales. Celle-ci fut adoptée en 1982 et a permis le développement relatif des flottilles locales par rapport à la grande pêche.

Avec l'amélioration des conditions de conservation et de distribution et la demande des produits naturels de qualité, les produits de la pêche côtière ont depuis acquis une valeur sans cesse croissante permettant de compenser la baisse des apports dans le bilan d'exploitation des navires.

Au niveau de l'aquaculture, il existe des traces très anciennes de l'existence de formes primitives de pisciculture de carpes et de tilapias en Egypte et en Chine plusieurs siècles avant notre ère. En Europe, la pisciculture en étangs apparaît au Moyen Age. Pour les espèces marines, seul le parage des huîtres dans les lagunes littorales était pratiqué depuis l'antiquité romaine.

A la fin du XIXème siècle, la reproduction contrôlée de la truite ouvre de nouvelles perspectives à la salmoniculture, et le développement de l'ostréiculture fondé sur le captage du naissain sauvage remplace progressivement la pêche.

Cependant, la majorité des progrès en matière de « domestication » des espèces aquatiques ne date que de la seconde moitié du XXème siècle. L'exploitation de la pisciculture marine est quant à elle très récente.

## **Enjeux mondiaux.**

Les produits alimentaires d'origine aquatique fournissent 16 % des protéines animales consommées par l'homme. Le poisson constitue la principale source de protéines animales pour plusieurs populations de pays en développement (soit environ 1 milliard de personnes) ; dans les pays riches, les produits de la mer sont appréciés pour leurs propriétés nutritives et organoleptiques.

Jusque dans les années 70, l'augmentation de la demande mondiale pouvait être satisfaite par l'extension géographique de la pêche. Depuis le début des années 90, la

production mondiale de la pêche stagne entraînant une forte demande et le développement de l'aquaculture. Aujourd'hui, les ressources extraites des milieux aquatiques représentent 140 millions de tonnes – pêche minotière incluse -dont 42 millions fournis par l'aquaculture. Sur la fraction fournie par la pêche, environ 60 millions de tonnes sont destinées à la consommation humaine directe, le reste étant transformé en huiles et en farines, utilisées surtout pour l'alimentation animale.

Les analyses de la FAO concernant la production et la consommation de la période actuelle à 2030 font ressortir les tendances suivantes :

- La production mondiale, la consommation totale, la demande alimentaire et la consommation alimentaire par habitant augmenteront au cours des trois prochaines décennies, mais leur taux de croissance diminuera progressivement.
- La production mondiale des pêches de capture devrait stagner, tandis que celle de l'aquaculture devrait augmenter, mais plus lentement que dans le passé.
- Dans les pays développés, les modes de consommation refléteront la demande et les importations d'espèces de prix élevé/de haute valeur.
- Dans les pays en développement, les flux commerciaux refléteront l'exportation d'espèces de prix élevé/de haute valeur et l'importation d'espèces peu coûteuses/de faible valeur.

Dans le contexte actuel de la pêche, ce sont avant tout les carences des mécanismes de régulation de l'accès qui sont mises en avant par les experts.

L'aquaculture devra faire face à un besoin croissant de farines et huiles de poisson pour son développement et à une forte compétition pour l'accès aux sites de production.

Enfin, pour maintenir la confiance des consommateurs dans le contexte d'échanges mondialisés des produits de la mer, des exigences dans la traçabilité devront être satisfaites avec les difficultés liées à la grande diversité du secteur (espèces exploitées commercialement, zones de production, méthodes de production, organisations, méthodes de traitement des produits et de leurs utilisations...).

## Organisation de la filière

### **La recherche**

La recherche est organisée principalement dans les grands organismes de recherche et dans les universités ; la recherche industrielle étant assez peu présente et se regroupant au sein des Centres Techniques et des syndicats mixtes régionaux financés par les collectivités locales et régionales.

Parmi les **grands organismes de recherche**, le CNRS joue un rôle important dans la recherche fondamentale au travers de l'INSU (Institut des Sciences de l'Univers). L'IRD est surtout axé sur la recherche halieutique et l'INRA sur la filière aquacole dans son ensemble. L'IFREMER, né de la fusion entre l'ISTPM et le CNEXO est le

seul organisme exclusivement dédié à la recherche océanographique. Il a pour missions de conduire et de promouvoir des recherches fondamentales et appliquées, des activités d'expertises et des actions de développement technologique et industriel destiné à :

- Connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable.
- Améliorer les méthodes de surveillance, de prévision d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier.
- Favoriser le développement économique du monde maritime.

Toutes les **Universités** de façade maritime françaises sont également fortement impliquées dans la recherche marine ainsi que l'Université de Paris VI qui gère également les stations marines de recherche implantées sur la côte.

Outre-mer, les organismes de recherche se coordonnent au sein du B2C3I qui regroupent le BRGM, le CIRAD, l'INRA, l'IRD et l'IFREMER sur les projets existants dans les Départements et Territoires d'Outre-Mer. Par ailleurs, ces mêmes organismes se retrouvent également dans le cadre de la LOLF (Loi d'Orientation de la Loi de Finances) sur un programme national commun sur « la gestion des ressources et des milieux ».

La recherche marine est également fortement dépendante de la flotte océanographique et des moyens nautiques lourds gérés actuellement par le groupement d'intérêt économique GENAVIR dont les membres sont l'IFREMER, le CNRS, l'IRD et la SURF (branche maritime du groupe BOURBON). Ce groupement assure l'armement des navires de l'IFREMER, entretient l'ensemble des moyens navals qui lui sont confiés, exécute le programme des campagnes et assure l'acquisition et la validation des données collectées en mer pour la communauté scientifique.

## **Les administrations**

La filière pêche et aquaculture dépend principalement de la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture (DPMA) du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

D'autres directions Ministérielles ont également en charge pour partie les personnels, les entreprises et les produits de la filière :

la Direction des Gens de Mer (DGMT) du Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer

la Direction générale de l'alimentation (DGAL) du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) du Ministère de l'Économie et des finances

## **L'organisation professionnelle**

## **Les comités des pêches maritimes et des élevages marins**

En 1992, l'organisation professionnelle a été redéfinie, et il a été institué un Comité National des Pêches et des Elevages Marins (CNPEM), ainsi que des Comités régionaux (CRPMEM) et locaux (CLPMEM). Les missions des Comités de pêches comprennent la représentation des professionnels de la filière, la participation à la gestion des ressources et à l'amélioration des conditions de production.

### ***Les organisations de producteurs***

Les organisations de producteurs ont vu le jour dans le secteur de la pêche au début des années soixante dix. Au nombre d'une vingtaine, elles constituent un maillon important du dispositif communautaire d'organisation des marchés. Elles ont pour mission d'élaborer des plans de capture, de favoriser la concentration de l'offre et la régulation des prix. Pour cela elles mettent en place divers mécanismes pour améliorer la qualité des produits débarqués, adapter l'offre à la demande, assurer une bonne gestion des quotas de captures et pour organiser les retraits.

### ***L'OFIMER***

L'Ofimer (Office national interprofessionnel des produits de la mer et de l'aquaculture) est l'office d'intervention dans le secteur des produits de la pêche et de l'aquaculture. Ses missions principales portent sur :

- l'observation et la connaissance des marchés nationaux et internationaux ;
- la régulation des marchés, notamment au travers de l'organisation commune du marché;
- l'orientation de la filière pêche et aquaculture en participant au financement de la modernisation des équipements, des démarches d'amélioration de la qualité et de l'innovation ;
- la promotion et la communication sur les produits de la mer et de l'aquaculture.

### ***Les interprofessions :***

Deux interprofessions sont reconnues officiellement dans la filière par les pouvoirs publics :

- Le Comité National de la Conchyliculture (CNC)
- Le Comité interprofessionnel des Produits de l'Aquaculture pour la pisciculture d'eau douce et la pisciculture marine

## **1- Contexte économique et réglementaire :**

### **1.1. Le marché français des produits aquatiques**

#### **1.1.1 le contexte mondial et européen.**

## **Le marché au niveau mondial**

La production mondiale de la pêche et de l'aquaculture destinées à l'alimentation humaine directe a atteint 103 millions de tonnes en 2003, ce qui correspond à une disponibilité de 16,3 kg par habitant et par an sur la planète.

L'aquaculture a contribué à hauteur de 42 millions à cette offre alimentaire. La croissance de l'offre mondiale en produits aquatiques est due uniquement à l'aquaculture en progression régulière alors que les débarquements de la pêche diminuent.

Seulement 35% de la production mondiale est commercialisée à l'état brut, et 65% fait l'objet d'une transformation avant consommation.

## **Le marché au niveau européen**

La production de l'Union Européenne à 25 est de l'ordre de 7,1 millions de tonnes de produits aquatiques destinés à l'alimentation humaine.

Cette production ne correspond qu'aux deux tiers de la consommation européenne qui se situe au niveau de 11 millions de tonnes par an, soit une disponibilité de 24 kg par habitant et par an.

En terme de consommation de produits aquatiques par habitant, l'Espagne et le Portugal sont les deux premiers pays européens avec respectivement 48 kg/an et 58 kg/an. Avec 34,5 kg/an, la France est au dessus de la moyenne européenne, devant l'Italie (23,9 kg/an), le Royaume-Uni (21,6 kg/an) et l'Allemagne (15,4 kg/an).

Au niveau européen, la part de l'aquaculture dans la consommation de produits aquatiques est de 17%, ce qui est nettement inférieur au ratio mondial (40%).

Le marché français et le marché espagnol sont les deux marchés européens les plus importants en terme de volume pour les produits aquatiques, de l'ordre de 2 millions de tonnes par an chacun.

### **1.1.2 Les grands chiffres de la consommation en France**

Tous types de présentation confondus (produits frais, surgelés, en conserves ou en plats préparés), la consommation de produits aquatiques en France métropolitaine s'élève actuellement à 34,5 kilogrammes par habitant et par an, en « équivalent poids vif » (moyenne 2002/2003/2004).

Cette notion « d'équivalent poids vif » est utile car les achats de poissons, coquillages et crustacés peuvent se faire sous forme d'animaux entiers, ou bien de filets, de conserves ou de plats préparés. Pour évaluer la consommation totale de produits aquatiques quelque soit le mode de consommation, on ramène le poids de tout ce qui est consommé au poids du produit entier vivant.

La consommation de produits aquatiques en France est caractérisée par une très grande diversité d'espèces de poissons, de coquillages, de crustacés et de céphalopodes. Plus

d'une centaine d'espèces différentes sont présentes sur le marché, mais les deux tiers de la consommation porte sur une quinzaine d'espèces (Tab. 1).

**Tableau 1**

<i>Principales espèces consommées en France (groupées selon le tonnage vendu par an sur le marché français)</i>	<i>Origine de l'approvisionnement</i>	<i>Principales présentations</i>
<i>Plus de 100 000 tonnes</i> thon  moule huître saumon lieu de l'Alaska cabillaud coquille Saint-Jacques crevette	production nationale (mais mise en conserve majoritairement à l'étranger) production nationale et importations production nationale exclusivement importations exclusivement importations importations majoritaires importations majoritaires importations majoritaires	conserve  frais, congelé frais frais, fumé, congelé congelé frais, congelé frais, congelé congelé, cuit réfrigéré
<i>De 50 000 à 100 000 tonnes</i> merlu sardine hareng lieu noir surimi  truite poissons d'eau douce (dont perche du Nil)	importations majoritaires production nationale et importations production nationale et importations importations et production nationale production nationale à partir de matière première importée majoritairement production nationale et importations importations majoritaires	congelé, frais conserve, frais conserve, frais frais, congelé frais, congelé  frais, fumé frais, congelé
<i>De 20 000 à 50 000 tonnes</i>  maquereau merlan baudroie crabe langoustine	production nationale et importations production française production nationale et importations importations et production nationale importations et production nationale	frais, en conserve frais frais frais, en conserve frais, surgelé

Source OFIMER

La consommation de certaines espèces comme la truite, l'huître ou le merlan, est principalement assurée par la production nationale. En revanche, pour des espèces d'importance majeure comme le saumon, les crevettes, le lieu ou le merlu, cette consommation dépend parfois presque totalement des importations.

### 1.1.3. L'origine des produits de la pêche et de l'aquaculture consommés en France

*\* La production de la pêche et de l'aquaculture françaises en métropole*

**Ventes des produits de la pêche et de l'aquaculture en 2004 (métropole)**

	<b>Quantités vendues(tonnes)</b>	<b>Valeur des ventes (millions€)</b>
<b>Pêche fraîche</b>	<b>350 000</b>	<b>905</b>
<b>Pêche congelée</b>	<b>240 000</b>	<b>160</b>
<b>Conchyliculture</b>	<b>190 000</b>	<b>380</b>
<b>Pisciculture</b>	<b>50 000</b>	<b>150</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>830 000</b>	<b>1 595</b>

Source OFIMER

#### **La pêche**

Les principales espèces débarquées par la pêche française en 2004 ont été :

- le thon : 168 000 tonnes
- le hareng : 36 500 tonnes
- la sardine : 29 400 tonnes
- le maquereau : 23 500 tonnes
- la coquille Saint-Jacques : 22 100 tonnes
- la seiche : 21 500 tonnes
- le lieu noir : 17 300 tonnes
- l'anchois : 15 900 tonnes
- le merlan : 13 500 tonnes

La pêche maritime est pratiquée par un peu moins de 8 000 navires et 24 000 marins (y compris les DOM).

Les zones de pêche sont très larges, non seulement le long des côtes françaises mais aussi tout autour de l'Ecosse et de l'Irlande, entre l'Islande et le Groenland et au large de l'Espagne. La pêche au thon tropical se pratique non seulement dans l'océan atlantique sud, le long des côtes africaines, mais aussi dans l'océan indien.

La pêche fraîche est débarquée en de nombreux points, mais elle est mise en vente dans 41 halles à marée agréées réparties tout le long du littoral français. Mais étant donné l'étendue de nos zones de pêche, moins des deux tiers de la production sont débarqués sur le littoral métropolitain. Non seulement le thon tropical est directement livré dans les pays où sera effectuée la mise en conserves, mais plusieurs bateaux de pêche français débarquent leurs captures en Ecosse d'où elles sont rapatriées par route et certains navires débarquent et vendent directement dans les criées espagnoles ou aux Pays-Bas.

En ce qui concerne les ventes en France, la Bretagne reste la première région avec 34% des ventes, suivie par le Nord Pas de Calais avec 11%.

### **L'aquaculture**

La conchyliculture, qui fournit 115 000 tonnes d'huîtres et 70 000 tonnes de moules chaque année est la première activité aquacole en France. Mais la pisciculture française produit également 41 000 tonnes de truites par an, ainsi que 6 000 tonnes de carpes élevées en eau douce et 6 000 tonnes de bars, daurades et turbots élevés en eau de mer. En équivalent temps plein, la conchyliculture emploie 10 500 personnes et la pisciculture 1 850 personnes.

#### ***\* La production de la pêche et de l'aquaculture française dans les DOM***

	<b>Quantités vendues (tonnes)</b>	<b>Valeur de ventes (millions d'euros)</b>
Pêche	25 000	180
Aquaculture	270	2,4

La production de pêche dans les DOM est assurée par 2 350 navires et 3 260 marins pêcheurs.

#### ***\* La production de la pêche et de l'aquaculture françaises dans les CTOM et les TOM***

La production de pêche dans les CTOM et TOM est de l'ordre de 26 000 tonnes par an. La production aquacole est de l'ordre de 2 500 tonnes par an.

La production de pêche porte essentiellement sur le thon (Polynésie et Nouvelle Calédonie). La production aquacole se compose d'une part de crevettes en Nouvelle Calédonie et d'autre part de poisson marin (ombrine) à Mayotte.

### **1.1.4 L'aval de la filière**

L'achat en criée, le tri, le conditionnement et la distribution des produits de la pêche sont assurés par près de 400 mareyeurs dont le chiffre d'affaires totalise 2 milliards d'euros (environ 5000 emplois).

Le secteur de la transformation qui fabrique des produits surgelés, en conserve ou des produits traiteurs réfrigérés comprend 300 entreprises pour un chiffre d'affaires de 3 milliards d'euros et environ 13 300 emplois.

### **1.1.5 Les importations**

Toutes espèces confondues, la production nationale, inférieure à 900 000 tonnes par an, correspond à moins de la moitié de la consommation de produits aquatiques par les Français qui dépasse 2 000 000 tonnes par an en équivalent poids vif.

Le volume des importations est donc important. Il est de l'ordre de 1 000 000 tonnes par an en poids net, soit 1 700 000 tonnes par an en équivalent poids vif. Ces importations,

dont la facture dépasse 3,3 milliards d'euros par an, proviennent pour moitié des pays européens (y compris Norvège et Islande) et pour moitié du reste du monde. Nos principaux pays fournisseurs sont le Royaume-Uni (saumon, langoustine, coquille Saint-Jacques, filets de poissons blancs), la Norvège (saumon, cabillaud), l'Espagne (conserves de thon, merlu, céphalopodes), les Pays-bas (crevette, sole, moule, filets de poissons blancs) et le Danemark (cabillaud, filets de poissons blancs). Pour ces deux derniers pays, il s'agit souvent de produits d'origine extra-communautaire (saumon de Norvège, perche du Nil d'Afrique) qui n'ont fait que transiter.

Les espèces importées sont très diversifiées quant à leur origine géographique et leur mode de production (Tab. 2), mais six produits comptent pour plus de la moitié de la valeur de nos importations : crevette, saumon, thon, cabillaud, coquille Saint-Jacques et lieu.

Tableau 2

<b>Principales espèces importées</b>	<b>Origines géographiques principales</b>	<b>Mode de production</b>	<b>Valeur des importations 2004 (millions €)</b>
crevette	Madagascar, Brésil, Indonésie, Equateur, Inde, Nigeria, Malaisie, Guatemala, Pays-Bas	élevage et pêche	530
saumon	Norvège, Ecosse, Irlande	Élevage	410
thon	Côte d'Ivoire, Espagne Seychelles, Madagascar,	Pêche	320
cabillaud	Norvège, Islande, Danemark Pologne,	Pêche	230
coquille Saint-Jacques	Royaume-Uni, Canada, Etats-Unis, Chili, Argentine, Pérou	pêche et élevage	150
lieu	Chine, Etats-Unis, Allemagne, Feroe, Norvège	Pêche	150
poissons d'eau douce	Pays-Bas, Ouganda, Tanzanie, Danemark, Afrique du Sud	pêche et élevage	120
moule	Pays Bas, Irlande, Espagne, Danemark, Chili	Élevage	90
langouste	Bahamas, Cuba, Espagne, Australie, Etats-Unis	pêche	70
Crabe	Royaume-Uni, Irlande, Viet-Nam, Thaïlande	Pêche	70
sole et autres poissons plats	Pays-Bas, Belgique, Royaume-Uni, Espagne	Pêche	70
homard	Etats-Unis, Canada, U.K., Irlande	Pêche	66

merlu	Argentine, Espagne, Namibie, Uruguay	Pêche	50
calmar, seiche, poulpe	Espagne, Inde, U.K., Sénégal, Thaïlande	Pêche	54
langoustine	Royaume-Uni, Danemark, Irlande	Pêche	65

Source : OFIMER d'après Douanes Françaises

En plus des espèces traditionnelles, on trouve de plus en plus souvent sur le marché des poissons tropicaux frais comme le mérrou, le thiof ou le coq rouge, en provenance par avion de pays aussi variés que le Sénégal, la Thaïlande ou le Venezuela. En revanche, le marché français est encore peu demandeur de filets de poissons tropicaux d'élevage comme le pangasius (Vietnam) ou le tilapia (Zimbabwe, Costa Rica) qui sont très présents sur d'autres marchés européens comme en Grande-Bretagne ou en Allemagne.

Les importations sont en progression régulière depuis quinze ans, mais on observe une accélération de cette progression depuis 1998.

### **1.1.6 Les exportations**

La France est également un pays exportateur car pour certains produits comme les huîtres, le thon ou la truite, la production nationale est supérieure à la consommation. Les exportations françaises de produits aquatiques destinés à la consommation humaine sont de l'ordre de 480 000 tonnes par an en équivalent poids vif, pour une valeur d'1,2 milliard d'euros. Ces exportations, qui restent concentrées aux trois quarts à l'intérieur de l'Union Européenne et surtout vers l'Espagne et l'Italie, se répartissent en trois catégories principales :

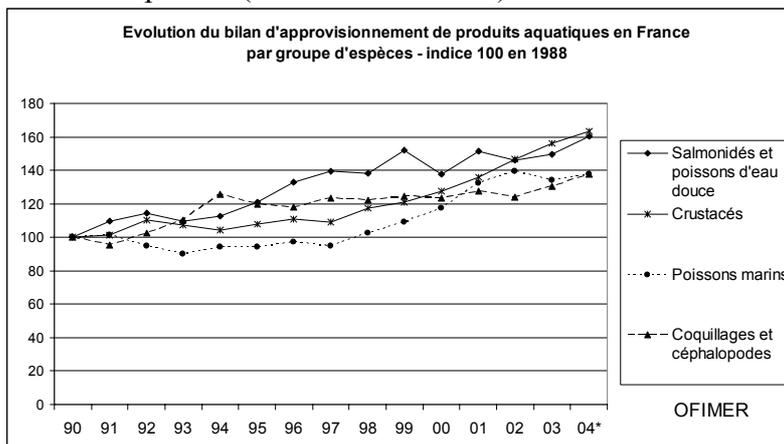
- les exportations de produits peu consommés en France comme le chinchard, l'anchois, la cardine ou l'anguille,
- les exportations de produits destinés à être transformés à l'étranger pour être ensuite importés en retour en France comme le thon tropical en conserve ou les blancs de seiche
- les exportations de produits transformés à partir de matière première importée comme le saumon fumé ou les crevettes cuites.

### **1.1.7. Les tendances de la consommation**

Sur les quinze dernières années, la quantité de produits aquatiques consommés par français est en augmentation de 2% par an en moyenne. Il s'agit d'une croissance modérée mais régulière, alors que la consommation de viande est restée stable sur la même période. La tendance à la hausse de la consommation de produits aquatiques s'est accentuée en 2001, année au cours de laquelle les produits aquatiques ont profité d'un report partiel de la consommation de viande vers d'autres produits suite à la crise liée à l'ESB.

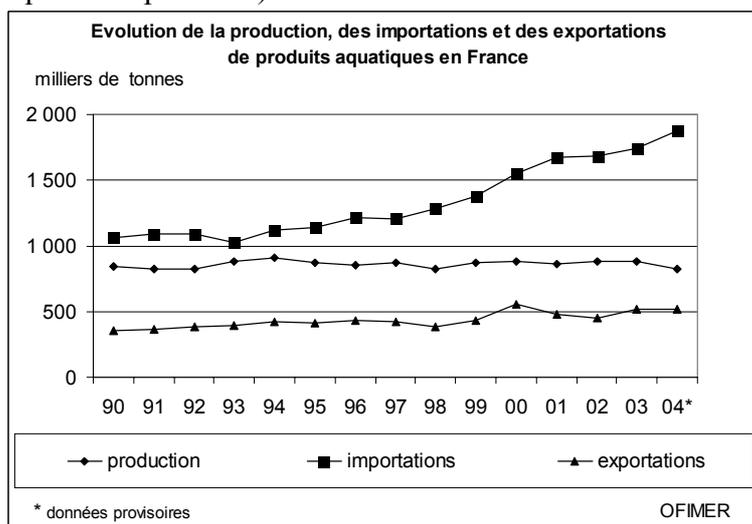
Cette croissance au cours des quinze dernières années a porté principalement sur le saumon d'élevage, sur les poissons de pêche en eau douce comme la perche du Nil et sur les crevettes d'élevage (Fig. 1).

Figure 1 : Evolution du niveau de consommation de différents produits aquatiques par habitant et par an (indice 100 en 1988)



Cependant, en dépit des craintes de limitation de la ressource, l'offre mondiale en poissons de la pêche maritime reste abondante et est proposée sur les marchés européens à un prix d'autant plus bas que le dollar est faible par rapport à l'euro. Cette situation contraste avec une ressource de pêche européenne et française en particulier de plus en plus rare et à prix élevé. C'est pourquoi la croissance de la consommation de produits aquatiques en France repose de plus en plus sur les importations (Fig 2).

Figure 2 : Evolution de la production, des importations et des exportations (en équivalent poids vif)



En France, les produits de l'aquaculture représentent maintenant 24% de la consommation de produits aquatiques en volume. C'est le pays européen où cette proportion est la plus forte. En effet, les français sont de grands amateurs non seulement de saumon et de truite, mais aussi de coquillages (moules et huîtres) et de crustacés d'élevage (crevettes tropicales).

La hausse récente de la consommation est due principalement à la restauration hors domicile qui représente environ 30% des achats des produits aquatiques, et aux produits prêts à l'emploi vendus au rayon réfrigéré comme les filets de poisson frais préemballés, le surimi, les crevettes cuites, le saumon fumé et les steaks hachés de poisson pré-cuits. En revanche, les achats par les ménages de poisson frais entier sont en baisse rapide (-10% par an), tandis que les achats de surgelés ou de conserves sont stables. En ce qui concerne les achats des ménages, la part de marché en valeur des GMS est près de 70% pour les produits frais, en hausse régulière au détriment des poissonniers traditionnels.

L'engouement des consommateurs français pour les produits transformés réfrigérés représente un véritable enjeu technologique, car les entreprises doivent maîtriser des techniques portant sur :

- la conservation des qualités organoleptiques
- la maîtrise sanitaire de produits non stabilisés (risques de listeria en particulier)
- le contrôle de l'apparence visuelle d'un produit qui n'est plus frais mais qui a été cuit ou fumé ou même appertisé avant introduction dans une recette finale.

Par ailleurs, la consommation de produits transformés stabilisés, conserves et surgelés, est stable sur le long terme.

## **1.2 Le contexte réglementaire européen : la Politique Commune des Pêches (PCP) et la Directive cadre sur l'eau (DCE)**

Outre la mise en œuvre des nouvelles réglementations communautaires sur les aliments, la production et la qualité des produits alimentaires d'origine aquatique sont et seront fortement influencées de façon spécifique par le contexte réglementaire européen, principalement la Politique Commune des Pêches (PCP) et la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), et national.

### **1.2.1 La politique commune des pêches**

Dès 1970 a été posé le principe de la mise en commun, en matière de pêche, de l'ensemble des eaux maritimes des états membres. Ce principe subsiste aujourd'hui, à l'exception notable de la zone des 12 milles nationaux réservés à chaque état membre, sauf exception. C'est en 1983 que sera instauré le premier régime communautaire visant à assurer la gestion et la conservation des ressources halieutiques et aquacoles. Les stocks halieutiques sont considérés comme une ressource non appropriée, et les règles établies par la Commission européenne sont applicables par tous les Etats membres sous la responsabilité de la Direction générale des Pêches, selon des modalités révisées en 2002.

Les objectifs de la PCP ont pour base le principe d'une exploitation durable, tant pour la viabilité des entreprises que pour la protection des écosystèmes. La PCP veut en effet intégrer les dimensions biologiques, économiques, sociales et environnementales des

pêches. Elle comporte quatre volets (politique de conservation de la ressource, politique des structures, organisation commune des marchés, politique extérieure vis à vis des pays tiers).

### *Les principaux moyens d'action*

Dans le cadre de sa politique de conservation, la Communauté européenne établit un état des ressources halieutiques, fondé sur des évaluations scientifiques et sur des critères essentiellement biologiques que sont la taille des stocks, le nombre de géniteurs et de recrues et les niveaux de mortalité, traduisant la pression de la pêche. Elle peut ensuite prendre les mesures de conservation des ressources, en régulant le volume des prises par l'établissement d'un total admissible de capture (TAC, ou *Total allowable catch*). Les TACs sont ensuite partagés en quotas entre Etats membres selon des proportions fixes (règle dite de la stabilité relative). Les autres mesures de conservation sont techniques, et fondées sur la sélectivité des engins de pêche (taille des mailles des filets) pour éviter les captures accidentelles et protéger les juvéniles des espèces cibles, ou encore l'instauration de tailles minimales, de zones et de périodes de pêche, etc. Il existe aussi des mesures de régulation de l'accès aux ressources, comme les permis de pêche spéciaux.

En matière de structure, l'Europe a principalement fondé son action sur l'ajustement des capacités globales de capture (mesurée par la puissance motrice globale ou le tonnage global des flottes) aux potentialités de production biologique des stocks halieutiques. Divers instruments ont été mis en place, comme les programmes pluriannuels d'orientation des flottes (POP), la gestion de l'effort de pêche de certaines flottilles ; par ailleurs, l'UE a décidé de mettre fin aux aides à la construction de navires de pêche à partir de 2005.

En prévision de la révision de la PCP, la Commission européenne a publié en 2001 un Livre vert sur l'avenir de la PCP. Le constat global sur l'état des ressources de pêche européens est pessimiste (voir également chapitre 2-1) : de nombreux stocks sont en mauvais état, hors des limites biologiques raisonnables, et les risques d'effondrement pour bon nombre d'entre eux sont réels si les tendances actuelles persistent. De même, le Livre vert confirme le constat de la surcapacité des diverses flottes de pêche européennes, incompatible avec la durabilité de l'activité de pêche. Cette situation est très préoccupante puisque depuis 1983 ni la dégradation des stocks ni l'accroissement des capacités de capture n'ont pu être enrayerées, parce que, dit le Livre vert, les niveaux de prélèvements qu'elle a voulu fixer ont été systématiquement dépassés, et les plans de réduction de flotte n'ont pas été respectés.

### *La nouvelle politique commune des pêches*

Les objectifs de la nouvelle PCP sont de renforcer et d'améliorer la politique de conservation pour garantir la durabilité de la pêche et le bon état des écosystèmes marins. L'approche dite "écosystémique" de la gestion des ressources doit être privilégiée, englobant les espèces exploitées comme celles qui sont rejetées, les habitats et l'environnement en général. La gestion des stocks devra devenir pluriannuelle et plurispécifique, le mécanisme des totaux autorisés de captures (TAC) est conservé à cet effet, et le principe de précaution continuera d'être appliqué. Les mesures techniques

seront plus efficaces, notamment pour ce qui concerne la sélectivité des engins de pêche, les captures accessoires d'espèces non ciblées et les rejets. Il pourra être mis en place des aires marines protégées de toute pêche dans des zones écologiquement sensibles (par exemple les nourriceries, les coraux profonds). La nouvelle PCP a également à cœur de faire maîtriser la capacité de pêche par ses Etats membres, notamment en proportionnant les réductions de flotte aux progrès techniques de manière à compenser les gains de productivité, et en favorisant les engins et techniques de pêche les moins agressifs pour l'environnement. La surveillance et le contrôle seront coordonnés par une structure communautaire. L'intervention de mécanismes économiques dans la régulation de l'accès devra être étudiée, notamment par la possibilité d'instituer des systèmes de quotas individuels transférables. Enfin, parmi les objectifs de cette nouvelle PCP, on trouve aussi la volonté de soutenir une stratégie européenne pour l'aménagement intégré des zones côtières.

Depuis la tenue du sommet mondial pour le développement durable à Johannesburg en septembre 2002, l'Europe doit s'engager à respecter les engagements pris et les échéances qui ont été données. Ainsi, « l'approche écosystémique pour le développement durable des pêches doit être mise en œuvre d'ici à 2010 [...] les subventions qui entraînent la surcapacité et la pêche illégales devront être éliminées [...] des aires marines protégées devront être créées d'ici à 2012 [...] » ; tout devra être mis en œuvre pour « maintenir ou restaurer les stocks à des niveaux permettant de produire le rendement maximal durable [...] là où c'est possible pas plus tard qu'en 2015 [...] »<sup>1</sup>. Ce dernier objectif, déjà affiché de longue date dans divers textes internationaux, représente un changement radical pour la gestion des pêches : implicitement, l'objectif de gestion pour bon nombre de stocks est la préservation d'une biomasse de reproducteurs minimale afin de ne pas mettre en péril le succès de la reproduction. ; un retour à un objectif d'optimisation de la reproduction suppose de revenir à des niveaux de biomasse de reproducteurs bien plus élevés.

Enfin, en juin 2005, la Commission a engagé une réflexion sur l'étiquetage écologique des produits de la pêche qui pourrait être un moyen d'intégrer dans le secteur de la pêche les préoccupations relatives à la protection de l'environnement. A ce stade de la réflexion, elle considère que l'UE pourrait établir des exigences minimales pour des programmes facultatifs d'étiquetage écologique. La réflexion doit être poursuivie au sein du parlement et le Conseil économique et social européens, ainsi qu'avec divers partenaires intéressés avant que des propositions législatives ne puissent être faites.

### La réglementation nationale des pêches maritimes

Bien que l'essentiel des textes réglementaires dans le domaine des pêches maritimes soit d'origine communautaire, il reste des règlements français importants pour les activités purement côtières (pêche à pied, ...), pour la gestion de stocks locaux et pour les sanctions. Le texte de base reste le décret loi du 9 janvier 1852, modifié par diverses lois qui ont permis de le moderniser et de mettre en conformité la législation française avec les obligations de la PCP. Par ailleurs, des décrets, arrêtés ministériels et préfectoraux, dont il serait vain de chercher à dresser un inventaire tant ils sont nombreux et détaillés,

---

<sup>1</sup> Nations Unies, rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg 2002  
<http://www.agora21.org/johannesburg/rapports/plan-action.pdf>

viennent compléter les dispositions de la PCP (limitation de périodes et de zones de pêche, réglementation de la pêche des coquillages, réglementation des engins de pêche etc.)

### **1.2.2 La Directive Cadre sur l'Eau**

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 fixe un objectif de « bon état » des milieux aquatiques à l'horizon 2015. Il sera apprécié en particulier sur des critères écologiques et correspond à une qualité des milieux aquatiques permettant la plus large panoplie d'usages : eau potable, usages économiques, loisirs... En outre, les rejets de certaines substances classées comme dangereuses ou dangereuses prioritaires doivent être respectivement réduits ou supprimés d'ici 20 ans.

Cette Directive concerne tous les milieux : cours d'eau, lacs, eaux souterraines, littoral, etc. alors que jusqu'à présent, les objectifs de qualité (autres que les normes d'usages comme pour l'eau potable par exemple) fixée en France ne concernaient que les cours d'eau. Elle consacre la place des milieux naturels dans la politique européenne de l'eau et vise à préserver le futur en introduisant des obligations de résultats, de méthode et de calendrier ;

Sur le plan pratique, la DCE confirme le principe de gestion à l'échelle des grands bassins hydrographiques. Pour chacun d'entre eux, des « plans de gestion » définissant les objectifs à atteindre et des « programmes de mesures » définissant les actions nécessaires doivent être élaborés d'ici 2009.

Au niveau méthodologique, la directive demande, en premier lieu, d'identifier les usages de l'eau, d'évaluer les pressions occasionnées sur le milieu, et de mesurer leurs importances économiques. Ensuite, devra être examiné l'impact prévisible, à l'horizon 2015, des décisions déjà prises dans le domaine de la gestion de l'eau (directive Eaux Résiduaires Urbaines, limitation des apports azotés dans le cadre de la directive Nitrates...) en incluant la croissance prévisible des populations et des activités.

Les objectifs de qualité seront basés sur un référentiel européen d'évaluation de la qualité des eaux. Pour construire ce référentiel, des espaces aquatiques homogènes, les masses d'eau, seront identifiés ; des indicateurs de qualité et des valeurs de référence du « bon état » pourront alors être définis pour chaque type de masse d'eau (fleuve de plaine, estuaire, rivière de montagne...) pour rendre possible la comparaison de la qualité des eaux dans différentes régions européennes.

La construction de ce référentiel européen pour la qualité doit s'échelonner de 2003 à 2006 et mobilise actuellement les groupes de travail de scientifiques et gestionnaires européens. Une fois l'état des lieux des bassins défini, des réseaux de surveillance de la qualité des eaux seront mis en place. La définition des objectifs (mise à jour du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux – SDAGE) et du premier programme de mesures est prévu en décembre 2009. S'ensuivront ensuite tous les 6 ans (2015, 2021...) un bilan sur l'atteinte des objectifs, la mise à jour du SDAGE et la définition du nouveau programme de mesures.

## **2- Innovations techniques sur les 30 dernières années, évolutions futures**

### **2-1 Maîtrise des productions**

#### **2.1.1 Pêche**

##### **La production**

Selon la FAO, la production totale française avoisinerait les 700 000 t/an (période 2001-2003). Les flottes françaises effectuent environ les deux tiers de leurs captures dans les eaux communautaires (mer Celtique, Ouest Ecosse, Manche, mer du Nord et golfe de Gascogne). Elles sont également présentes dans les eaux des DOM - TOM (thonidés à La Réunion et aux Antilles, crevette en Guyane) et des terres australes et antarctiques françaises (légine et langouste). Certains navires industriels exploitent les eaux internationales et celles de différents pays tiers (cabillaud au large de la Norvège et des îles Féroé, thon tropical au large de l'Afrique et dans l'océan Indien, espèces profondes,...). Ainsi, la production française provient essentiellement de l'Atlantique du nord-est (environ 70%), de l'océan Indien (13%), des zones centre et sud est de l'océan Atlantique (8%) et de la Méditerranée (7%). Les grands poissons pélagiques arrivent en tête des débarquements (près du quart, avec notamment albacore et listao), suivis des gadidés (cabillaud, lieu noir, merlan, églefin,.. pour 18%) et des petits poissons pélagiques (hareng, sardine, maquereau, anchois, etc. pour 12%). Les algues constituent également une part importante, puisque leur production atteint environ 70 000t/an, soit 10% du total national.

Plus de 200 espèces ou groupes d'espèces composent les débarquements français. Cependant, dix d'entre elles représentent la moitié des apports totaux (essentiellement thonidés, petits poissons pélagiques, lieu noir, merlan, céphalopodes et coquille Saint Jacques) et 25 espèces contribuent pour 75% du total.

##### **Les caractéristiques de l'exploitation**

La flotte de pêche française se caractérise par une prédominance des navires de petite taille. Ainsi, sur un total d'environ 13 000 navires<sup>2</sup> plus de 80% sont des navires de moins de 12 m.

Très grossièrement, les navires de grande taille (> 15 m) exploitent les eaux du large, tandis que les unités plus petites fréquentent préférentiellement les zones littorales. Au large, les flottilles sont plutôt spécialisées dans la capture d'espèces de fond et démersales (merlu, cabillaud, merlan, langoustines, sole, baudroies, espèces profondes...) ou pélagiques (sardine, chinchard, maquereau, anchois, thonidés, ...) dont les caractéristiques biologiques (surtout celles de fond ou démersales), leur grande accessibilité aux engins de pêche et leur valeur marchande souvent élevée les prédisposent aux risques de surexploitation. La zone côtière se distingue par une mosaïque de ressources locales d'une grande diversité, exploitables par des navires aux caractéristiques très variées. Les flottilles côtières sont capables de mettre en œuvre des

---

<sup>2</sup> Y compris navires des DOM-TOM et unités mixtes pêche-conchyliculture.

moyens susceptibles de réduire l'abondance des stocks mais la diversité des techniques de pêche utilisées et des espèces-cibles présentent indéniablement un caractère régulateur de l'exploitation. La grande flexibilité des navires leur permet, en cas d'une diminution forte de l'abondance d'une ressource, d'évoluer vers d'autres types d'activités. Mais, à l'inverse de la zone du large, les conflits n'y sont pas de nature purement halieutique, compte tenu de la variété des activités développées en zone littorale (tourisme, aquaculture, rejets divers, dragages,...).

La dualité de présentation des zones et des flottilles qui les exploitent ne doit pas masquer l'existence de fortes relations qui s'expriment en terme de compétition pour l'exploitation d'espèces fréquentant séquentiellement le large et la zone côtière au cours de leur cycle de vie ; ainsi, pour bon nombre de stocks (bar, sole, merlan, ...) les zones très côtières et les estuaires constituent des secteurs où les juvéniles trouvent des conditions favorables à leur croissance, tandis que les adultes se reproduisent plus au large.

### **Des ressources renouvelables, variables et limitées**

L'une des caractéristiques des ressources vivantes est qu'elles sont renouvelables : les pertes de biomasse par mortalité sont compensées par le recrutement (production annuelle de juvéniles) et la croissance pondérale des individus. Mais elles ne sont pas inépuisables et des prélèvements par pêche qui excèdent les capacités de renouvellement entraînent une baisse de leur biomasse et donc celle des rendements des unités de pêche. Pour pallier ces baisses de rendements, les flottilles améliorent leur productivité (allongement des temps de pêche, gain d'efficacité des engins de pêche et des navires, etc.), ce qui aggrave encore la situation.

En général, le recrutement ne dépend pas directement de la quantité des reproducteurs, les effets des conditions environnementales étant prépondérants (par exemple, dans le golfe de Gascogne, influence de l'upwelling des Landes et de la stratification de la colonne d'eau sur le recrutement de l'anchois, ou du débit des fleuves sur celui de la sole). L'effet sur l'abondance des ressources de ces fluctuations naturelles du recrutement sera plus marqué pour les stocks composés de quelques classes d'âge. C'est le cas pour beaucoup de petits poissons pélagiques, mais aussi pour les stocks fortement exploités. En effet, un des impacts de la pêche est une diminution de l'abondance des individus les plus âgés ; en cas de surexploitation, le stock n'est plus constitué que de quelques groupes d'âge les plus jeunes et les fluctuations de recrutement se traduisent par de fortes variations de sa biomasse et donc des rendements des navires de pêche. De plus, les captures sont alors constituées d'individus de petites tailles ce qui n'est pas sans influence sur la valeur des débarquements.

Si l'abondance du recrutement ne dépend pas directement de celle des reproducteurs, en dessous d'un certain seuil les géniteurs sont en nombre insuffisant pour assurer de bons recrutements. La surexploitation peut donc mettre en cause la capacité du stock à se renouveler, et l'existence même de la pêcherie est alors en danger. Ces cas extrêmes de surexploitation sont observés pour certains stocks des eaux européennes (dorade rose, certains stocks de merlu, de langoustine, de morue.)

### Causes de la surexploitation

Les causes de la surexploitation sont bien connues : d'une part les captures de juvéniles sont trop importantes, d'autre part les moyens mis en œuvre pour exploiter les stocks dépassent leurs capacités de renouvellement. Pour mieux comprendre l'effet de l'exploitation sur la dynamique d'un stock, on peut analyser la production d'une pêcherie en fonction de l'effort de pêche (fig. 1). Au fur et à mesure de l'augmentation de l'effort de pêche, la production augmente, mais la biomasse des reproducteurs, et donc les rendements, baissent ; la production atteint un maximum au-delà duquel la diminution des rendements n'est plus compensée par l'augmentation des moyens de production.

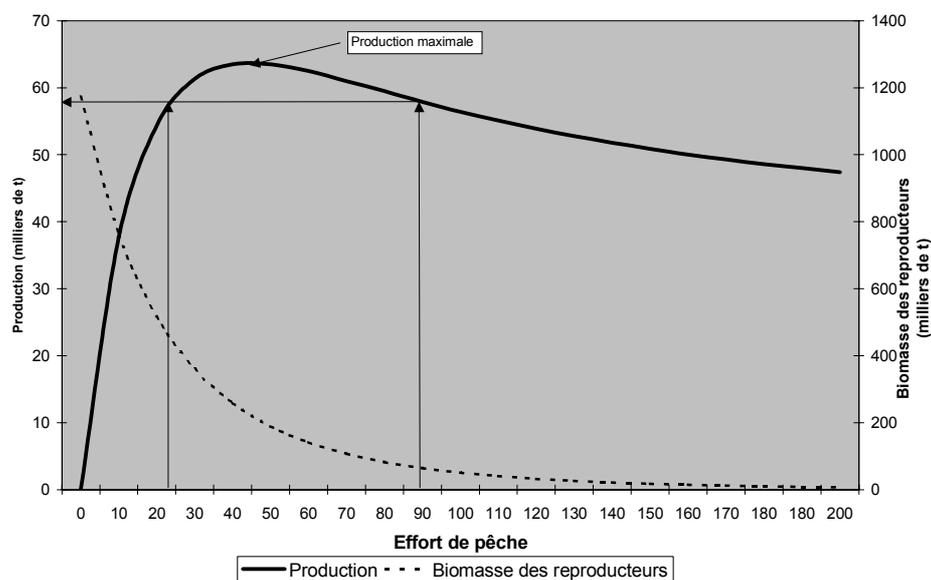


Figure 1 : Evolution de la production et de la biomasse des géniteurs en fonction de l'effort de pêche.

Le profil général de ces courbes de production dépend de différents paramètres spécifiques à chaque stock (taux de mortalité naturelle, croissance, reproduction), mais aussi de l'âge à partir duquel les individus sont capturés.

La figure 2 décrit, pour un même stock, l'évolution de la production totale selon que les individus sont capturés à partir d'un âge de 1 an ( $T_c = 1$  an) ou de 3 ans ( $T_c = 3$  an). Elle montre que la protection des juvéniles permet d'accroître la capture à effort de pêche constant et que la production maximale est atteinte avec un effort plus élevé. Autrement dit, l'exploitation des juvéniles réduit les potentialités de production des stocks et les rend plus vulnérables à la surexploitation.

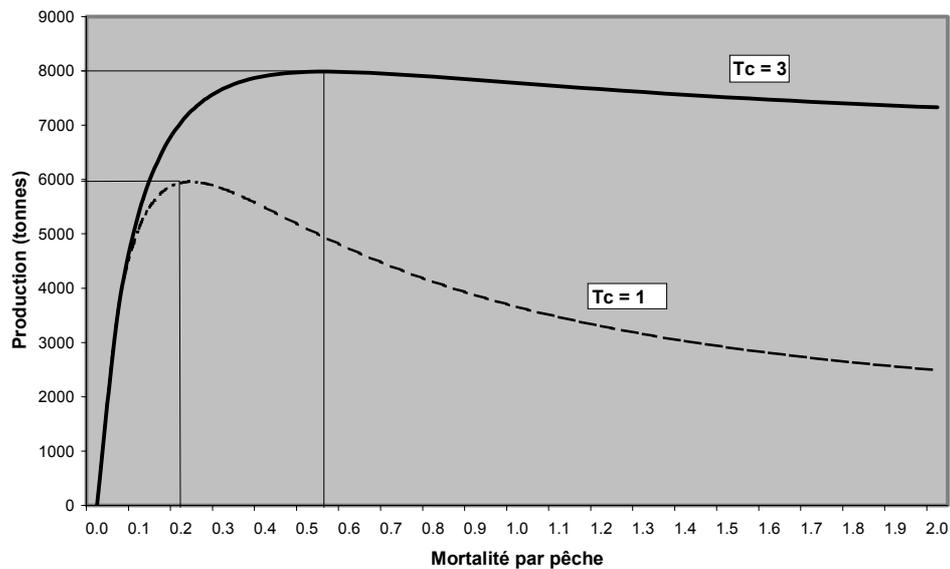


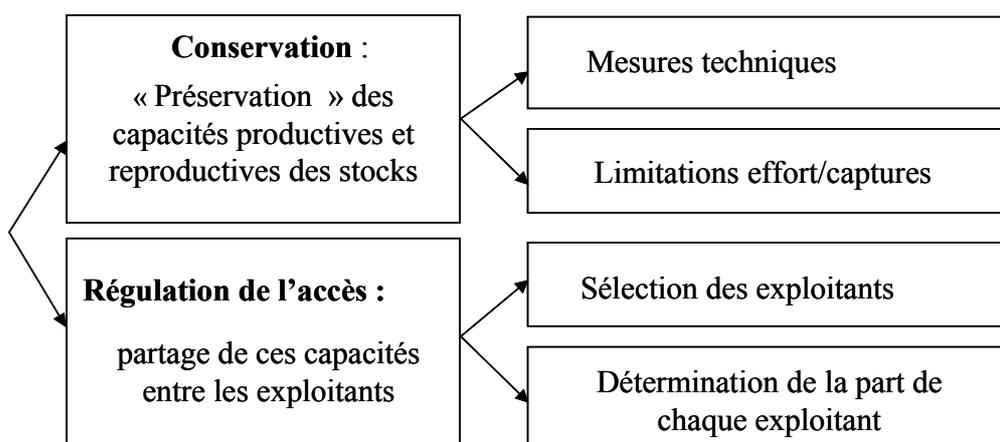
Figure 2. Evolution de la production en fonction de la mortalité par pêche pour différents âges de première capture.

Les prélèvements excessifs de juvéniles sont liés au fait que les engins de pêche ne sont pas assez sélectifs, mais aussi que la pêche s'exerce souvent sur les concentrations de jeunes poissons. L'utilisation d'engins plus sélectifs ou des pratiques visant à éviter les captures de juvéniles sont souvent découragées par le fait que, pour bon nombre de stocks, l'abondance des poissons de grande taille est devenue faible. De plus, dans des pêcheries plurispécifiques l'utilisation de petits maillages est souvent justifiée par l'exploitation de petites espèces (cèteau, crevette, langoustine, espèces minotières,...), même si cela doit se faire au prix de captures accessoires importantes de juvéniles d'autres espèces. Dans certains cas, des dispositifs sélectifs sont proposés pour conserver un petit maillage tout en laissant échapper une partie des juvéniles.

Autre cause latente de surexploitation, pour bon nombre de stocks l'effort de pêche développé est largement au-delà de celui qui permettrait une production maximale des stocks. Ainsi, comme le montre la figure 1, une même production peut être obtenue pour un effort de pêche moindre et un niveau de biomasse de reproducteurs plus élevé, minimisant ainsi les risques de mauvais recrutement.

### Des outils de gestion multiples

Différents outils de gestion des pêches ont été mis en place dans le cadre de la Politique Commune des Pêches (PCP). On peut regrouper ceux qui visent à la conservation des ressources et à la préservation de leurs capacités de production et de reproduction d'une part, les instruments de régulation de l'accès à l'exploitation de ces ressources d'autre part (fig. 3).



**Figure 3 : Typologie des mesures de gestion**

### **Mesures de conservation**

Les mesures techniques mises en oeuvre ont pour objectif la protection des juvéniles : instauration de maillages minimaux ou de dispositifs sélectifs pour les engins de pêche (action sur la sélectivité) et de tailles minimales des individus capturés et la création de cantonnements (restriction des activités de pêche sur les nourriceries, zones de concentration des juvéniles).

Simple dans son principe, le contrôle direct de la production par le biais du contingentement des captures est très utilisé pour la gestion des pêcheries. Il constitue un des piliers de la PCP qui repose sur la fixation annuelle d'un total admissible de capture (TAC) pour chaque stock. Ces TAC sont répartis en quotas nationaux selon des bases qui ont été fixées en 1983 et qui matérialisent le principe de la stabilité relative : chaque état se voit attribuer une proportion fixe des TAC annuels, ce qui évite de réouvrir chaque année un difficile débat politique sur les clés de répartition.

Plusieurs types de mesures portent sur les flottilles elles-mêmes et visent à contrôler leur effort de pêche et de maîtriser ainsi l'évolution de la mortalité par pêche. La régulation peut porter sur l'un ou l'autre des deux composantes de l'effort de pêche (capacité de captures et activité des flottilles) ou sur les deux simultanément. Les instruments correspondants sont les programmes d'orientation pluriannuels (POP), mis en place entre 1982 et 2002 qui fixent au niveau européen des objectifs d'évolution des flottes de pêche.

### **Régulation de l'accès**

Les mesures prises pour la régulation de l'accès aux pêcheries sont relativement nombreuses. Ainsi, en 1988 ont été instaurés en France les permis de mise en exploitation (PME), complément national des POP et dont l'objectif est de contrôler les entrées en flotte. A partir de 1996 a également été instauré dans le cadre de la PCP un système de gestion de l'effort de pêche par flottille afin de plafonner ou de diminuer l'effort de certaines flottilles, notamment pour les pêcheries portant sur des stocks surexploités. Enfin des permis de pêche spéciaux (PPS) ou des licences sont obligatoires pour pouvoir accéder à certaines pêcheries (germon, langoustine du golfe de Gascogne, coquille Saint-Jacques, etc).

En complément de ces mesures administratives, des incitations économiques ont également été mises en place. Ainsi, les primes à la réduction des capacités de pêche ont pour objectif d'inciter les propriétaires à sortir leur navire de flotte. D'autres mesures, comme les subventions à l'investissement, les bonifications d'intérêt, la détaxation du carburant ou les aides fiscales ont cependant un effet contraire dans la mesure où elles constituent des incitations à l'accroissement des capacités de capture et de l'activité des flottilles. On notera cependant que les subventions à l'investissement ont été supprimées par l'UE à compter de 2005.

Enfin, certaines mesures comme les plans de reconstitution des stocks et les plans de gestion combinent les objectifs de conservation et de régulation de l'accès : ces plans comprennent en effet à la fois des mesures techniques (maillages, cantonnement,...) et des mesures de limitation de l'accès (limitation de l'effort de pêche,...).

Malgré toutes les mesures prises dans les eaux de l'UE, le nombre de stocks qui se dégradent est supérieur à celui de ceux qui récupèrent. La politique Commune des Pêches (PCP) n'a donc pas permis d'atteindre un de ses objectifs principaux, l'exploitation durable des ressources halieutiques (Commission des communautés européennes, 2001). La situation est parfois suffisamment alarmante pour que des mesures d'urgence immédiates et sévères aient dû être prises (divers stocks de morue, de sole et de langoustine, stock de merlu de l'Ouest de l'Europe). Les causes et des conséquences de cette situation ont été largement analysées (voir par exemple Laubier, 2003).

### **L'impact des autres activités humaines**

L'impact des autres activités anthropiques sur l'abondance des stocks halieutiques est plus difficile à appréhender. La dégradation des habitats peut être à l'origine de la diminution des ressources. Ainsi, l'anthropisation des écosystèmes fluviaux (dégradation des frayères, entrave à la circulation sur les axes fluviaux, etc.) est une des causes de la baisse d'abondance des espèces amphihalines, comme le saumon ou l'anguille. La restauration des milieux essentiels au déroulement du cycle de vie (frayères, nurseries, voies de migrations,...) est donc une des conditions, nécessaires mais non suffisante, pour préserver la durabilité de ces pêcheries. Il y a très peu d'études sur l'impact des pollutions sur la dynamique des populations de poissons, mais il est probable que, sauf exceptions, ce sont des phénomènes assez localisés. Une synthèse portant sur les effets comparés de la pêche et d'autres facteurs sur l'abondance des adultes (pollution, prédation, variations climatiques) montre que, le plus souvent, c'est la pêche qui a l'impact le plus déterminant sur le devenir des stocks.

Des conditions environnementales défavorables causant une baisse de la productivité du milieu et de l'abondance des stocks (déficit du recrutement, impact sur la croissance ou la mortalité naturelle des adultes) devraient amener à une politique de gestion des pêcheries et de préservation des ressources encore plus prudente, visant à éviter des effondrements de ressources sous l'effet combiné de la pêche et d'un environnement défavorable.

### **Evolution des méthodes de capture :**

“Pêcher mieux pour un développement durable”, tel est l’enjeu pour la pêche maritime au début de ce XXI<sup>ème</sup> siècle.

La notion de qualité des produits de la mer doit tendre de plus en plus vers celle de « qualité globale », intégrant à la fois les aspects de « qualité intrinsèque » des produits, mais aussi des notions plus larges telles que le respect de l’environnement ou de la sécurité du travail des marins.

La dégradation de la qualité microbiologique, chimique et organoleptique (qualité « intrinsèque ») des produits de la mer frais dépend essentiellement de la température et des contraintes physiques qu’ils subissent depuis leur capture ou leur ramassage et ensuite lors de toutes les opérations de tri, conditionnement, stockage ou transformation éventuelle. L’influence de la température et des contraintes physiques varie en fonction de la nature et de la taille des produits considérés.

Toutes les actions qui permettront de limiter les pressions ou les chocs mécaniques exercés sur les produits et d’éviter une élévation de température préjudiciable, seront susceptibles d’améliorer leur conservation. Le poisson est en particulier sensible à l’écrasement qui favorisera une diffusion du contenu viscéral et des contaminants externes vers la chair, accélérant les dégradations microbiologiques, chimiques et enzymatiques.

Très en amont de la filière, les moyens de capture doivent donc évoluer pour limiter les contraintes mécaniques et faciliter la manutention de façon à limiter les risques d’attente, sur le pont ou dans la salle de tri d’un navire par exemple, à des températures non maîtrisées.

### **Le chalutage**

Certaines améliorations techniques permettent de combiner les deux notions de préservation de la ressource et d’amélioration de la qualité intrinsèque :

- l’utilisation de dispositifs sélectifs (grilles en matériaux composites flexibles, fenêtres en grandes mailles carrées, nappes de séparation dans les chaluts, etc.) permet d’épargner les espèces non désirées et les individus trop petits, voire immatures, sans réduction significative des captures commerciales. L’amélioration de la sélectivité peut entraîner des pertes (quand la fraction épargnée était commercialisée) mais à terme, la réduction des captures de jeunes individus est bénéfique pour le stock et donc pour les pêcheries. De nombreuses observations de pêcheurs professionnels et de scientifiques attestent que ces dispositifs sélectifs ont un effet très positif sur la qualité : cela peut être dû à la réduction du volume de capture dans la poche du chalut, à la séparation de certains poissons (par exemple les chinchards) qui peuvent abîmer les espèces cibles, à l’élimination de nombreux débris chalutés sur le fond.
- les énormes progrès des systèmes de détection acoustique (échosondeurs, sonars) qui permettent déjà d’identifier, dans certains cas, l’espèce des bancs de

poissons localisés, et qui deviendront de plus en plus précis pour déterminer couramment les espèces et les tailles observées ; cela offrira au patron pêcheur la possibilité de pêcher de façon sélective, d'améliorer parallèlement la qualité du poisson affalé sur son chalutier et de limiter les temps de tri et les manipulations à bord.

D'autres améliorations techniques permettent d'agir sur la conception ou l'utilisation des engins pour limiter les contraintes exercées :

- l'utilisation de nouveaux matériaux pour fabriquer les filets (nouvelles fibres, absence de nœuds, etc.) : des expériences récentes ont montré que l'utilisation d'une poche de chalut équipée d'un filet sans nœud, permet de capturer des sardines de meilleure qualité ;
- la mise au point de nouveaux concepts de chaluts qui pourront éventuellement pêcher du poisson vivant ou limiter grandement les contraintes exercées sur le poisson dans la poche de chalut pendant toute la durée du trait. Certains chaluts permettent pour des applications scientifiques ou très spécifiques (aquariophilie) de pêcher du poisson vivant. Il est raisonnable d'envisager l'extrapolation des concepts mis en oeuvre pour une application industrielle visant un poisson de qualité améliorée.
- la maîtrise du volume capturé grâce à des capteurs positionnés sur le cul de chalut qui mesurent l'ouverture des mailles et donnent une bonne idée du volume de poisson dans le chalut en opération de pêche.
- le fractionnement du cul de chalut en plusieurs parties grâce à des systèmes de fermeture automatique déclenchés depuis le navire pour scinder la poche et limiter l'écrasement, de petits poissons pélagiques en particulier (en fonction du volume de capture mesuré avec les capteurs évoqués au point précédent).

Bien entendu, les bonnes pratiques de pêche, dépendant essentiellement du patron pêcheur, seront toujours fondamentales pour assurer une bonne qualité des produits de la pêche ; par exemple la limitation de la durée des traits et du volume de capture pressenti ou mesuré ou la réduction du nombre de jours des marées.

La diminution de l'impact des chaluts sur le fond est actuellement une préoccupation majeure des technologues de pêches et de l'Union européenne. Sans avoir d'influence directe sur la qualité des captures, elle contribue à la qualité « écologique » des produits. Des recherches sur le comportement des chaluts sur les fonds marins et leur impact immédiat sur les animaux vivants dans les sols marins sont en cours. De nouveaux travaux *in situ* et l'aide de la simulation numérique seront nécessaires pour concevoir des chaluts ayant un impact minimum sur les fonds (panneaux décollés du fond, nouveaux types de bourrelets, etc.).

### **Les filets calés ou dérivants**

Même si le chalut est majoritaire, les produits de la mer sont capturés par d'autres méthodes, en premier lieu les filets calés ou dérivants. Certaines améliorations évoquées pour le chalut peuvent également influencer la qualité des poissons capturés au filet ; la nature du matériau ou l'absence de nœuds par exemple. Par contre, le principe des filets étant de « mailler » les poissons, il est difficile de limiter fortement l'action mécanique. Comme pour le chalutage, les bonnes pratiques de pêche sont ici fondamentales, avec en particulier la limitation de la durée d'immersion des engins. Fréquemment, les filets sont immergés pendant 12 ou 24 h, voire plus, ce qui peut poser un problème de qualité majeur dans des eaux très chaudes, en zone tropicale par exemple. De même, la limitation des longueurs de filets mises à l'eau à des niveaux raisonnables, adaptés à la taille des navires et à leur capacité de traitement et de stockage dans de bonnes conditions est déterminante.

### **Les autres engins de pêche**

Outre le chalut et les filets, qui capturent la majorité des produits de la mer actuellement, la pêche est réalisée par des techniques variées, du stade artisanal au stade industriel. Citons les lignes, les dragues, les casiers à poissons ou crustacés.

*Les lignes* sont utilisées à bord de navires de pêche de toutes tailles, depuis la pirogue avec une ligne et un hameçon jusqu'à des navires ligneurs industriels (pêche à la légine, au thon, etc.). Elles sont soit traînées, soit calées sur le fond, en surface ou entre deux eaux. Les lignes permettent de capturer un poisson d'excellente qualité, à condition de ne pas les laisser immergées trop longtemps. Dans certains cas, des phénomènes de prédation peuvent abîmer les poissons (par des orques, calmars, etc.). Les lignes offrent l'avantage d'être relativement sélectives, en fonction de la taille d'hameçon utilisé. Elles peuvent aussi, pour certaines pêcheries, être considérées comme des techniques alternatives, limitant l'impact sur les fonds. Cependant, comme pour toute technique de pêche, il convient d'en encadrer l'utilisation afin que la pression de pêche reste en adéquation avec les potentialités de renouvellement des stocks. Par ailleurs, des captures accidentelles d'espèces non ciblées peuvent être quelquefois très importantes (requins, tortues, oiseaux).

*Les dragues* sont utilisées pour les coquillages, le plus souvent des bivalves (Coquilles St Jacques, palourdes, etc.) qui vivent posés sur le fond ou légèrement enfouis. Les dragues ont peu évolué au plan technique et abîment bon nombre de coquilles, en particulier pour la pêche à la palourde, ce qui provoque une mortalité sur le fond. Les coquilles cassées sont écartées, ce qui n'affecte pas la qualité des produits débarqués. De nombreux essais ont été menés pour limiter dans certains cas l'enfoncement dans le substrat (dragues sur skis, système « hydrojet » pour désensabler les coquillages avant qu'ils ne pénètrent dans la drague) mais les dragues actuelles restent des outils très simples.

*Les casiers* sont utilisés traditionnellement pour capturer les crustacés vivants en les attirant avec un appât. Les nasses à poisson constituent une technique traditionnelle dans certains pays. L'énorme avantage au niveau qualitatif est que les crustacés ou les poissons sont capturés et ramenés vivants sur le pont. *Les nasses à poisson* commencent à être mises en œuvre en France dans des opérations pilotes. Elles peuvent représenter une alternative intéressante dans des zones sensibles. Cependant leur efficacité peut être

très importante, les poissons étant attirés par un appât et, comme tout engin de pêche, leur utilisation doit être particulièrement bien encadrée.

### **Contraintes de conservation à bord et évolutions techniques**

Une fois l'opération de pêche réalisée dans des conditions optimales pour la qualité des produits de la mer, quelle que soit leur nature, la mise à bord puis le traitement éventuel et le conditionnement doivent être réalisés dans les meilleures conditions.

### **Les crustacés et mollusques**

Les crustacés ou mollusques pêchés respectivement au casier ou à la drague ne subissent pas de contraintes supplémentaires lors de la mise à bord. Ils sont ensuite triés et conservés en viviers, en caisses ou en sacs. Les crustacés pêchés essentiellement au chalut, comme la langoustine, sont triés, mis en caisses et en vivier en fin de marée (langoustines vivantes). En début de marée, les langoustines sont glacées ou congelées à bord. Les langoustines glacées ou congelées sont traitées au métabisulfite pour limiter les risques de noircissement dus à l'oxydation enzymatique.

### **Le poisson**

En ce qui concerne le poisson, nous avons déjà évoqué la limitation des volumes capturés pour diminuer les contraintes mécaniques dans les chaluts ; cela facilitera également la mise à bord et permettra de mieux réguler toutes les opérations de tri et de conditionnement et de limiter leur durée.

#### *Les opérations de tri / conditionnement*

Le plus souvent, le poisson doit être trié et/ou calibré avant mise sous glace. Pour cela, la mise en place de tables ou lignes de tri adaptées, ergonomiques, motorisées ou non, facilitent le travail des marins tout en accélérant les opérations de tri, mise en caisses et pesée éventuelle et en limitant les manipulations du poisson. On privilégiera le conditionnement en caisses de bord de 5 à 40 kg selon les espèces et les ports, plutôt qu'un stockage en vrac dans les cales ; une solution intermédiaire est le stockage en conteneurs de l'ordre de 300 kg nets mais la caisse de bord est préférable pour limiter les contraintes mécaniques. Elle permet en outre de mettre en place une traçabilité précise, identifiant entre autres le navire, la date et l'heure de la capture ou le rang du trait de chalut ; ces informations peuvent être centralisées automatiquement à l'aide de code barres dans les installations les plus sophistiquées.

#### *Le refroidissement rapide*

La rapidité du refroidissement dès la mise à bord est fondamentale pour ralentir les dégradations microbiologiques, enzymatiques et chimiques et préserver une qualité optimum dans toutes les phases ultérieures jusqu'au consommateur. Certains navires sont équipés d'un panneau motorisé ou non, qui permet d'affaler le poisson directement en cale ou en zone de travail réfrigérée. Le refroidissement initial du poisson peut être accéléré par un affalage directement dans une cuve remplie de « glace sorbet », mélange d'eau de mer et de glace d'eau de mer, à une température comprise entre -2 et -3,5°C. Le poisson peut être stocké quelques jours dans cette « glace sorbet », comme cela se

pratique dans les pays nordiques ; mais cela limite son utilisation au filetage car les branchies blanchissent et l'aspect extérieur du poisson se dégrade, ce qui est préjudiciable à une commercialisation à l'état entier, même si la qualité de la chair est excellente. En allant plus loin, la technique du « super-chilling » permet de conserver du poisson en « glace sorbet » pendant des durées longues de l'ordre de 3 ou 4 semaines, à une température de  $-1,8^{\circ}\text{C}$ . Là encore, le poisson doit être réservé au filetage. En France, le refroidissement rapide dans la « glace sorbet » commence à se pratiquer, aussi bien sur les petits poissons pélagiques que sur les poissons de fond, dès l'affalage, pour refroidir le poisson à environ  $0^{\circ}\text{C}$  avant de le stocker en caisses sous glace.

#### *Le glaçage*

Le glaçage doit être réalisé avec de la glace écaille de bonne qualité, non agglomérée, renouvelée à chaque marée et stockée dans un endroit approprié où les opérateurs ne viendront pas marcher...

#### *Le stockage réfrigéré*

Les caisses glacées devront être mises en cale réfrigérée immédiatement après le glaçage. Les avis sont partagés sur la température des cales, certains affirmant qu'elle doit être supérieure à  $0^{\circ}\text{C}$  pour permettre à la glace de fondre, d'autres privilégiant une température légèrement négative. En tout état de cause, le poisson ne doit pas congeler, même en surface. L'expérience montre que les navires réglant leurs cales à  $-2$  ou  $-3^{\circ}\text{C}$  obtiennent les meilleurs résultats. Au-delà de cette valeur théorique de température, son homogénéité dans la cale est fondamentale et rarement respectée. En effet, les panneaux de cale restent fréquemment ouverts plus qu'il ne faudrait et les systèmes de refroidissement/ventilation des cales ne sont pas toujours très performants. La conception de nouveaux navires ou de nouvelles installations doit particulièrement en tenir compte pour améliorer les dispositifs de mise en cale et de régulation de la température.

#### *La congélation à bord*

Elle est généralement pratiquée sur les navires de taille supérieure à 50 m. Elle peut être appliquée à des poissons entiers qui seront décongelés et filetés à terre (« twice frozen ») ou à des filets rangés en moules (filets « surgelés mer »). La congélation est le plus souvent pratiquée en armoires à plaques (par contact) et assure une bonne qualité des filets « surgelés mer ». Pour les petits pélagiques et le thon, elle est réalisée en saumure à  $-25^{\circ}\text{C}$ . Dans ce cas, la rapidité de congélation et la qualité qui en découle sont liées au volume de poisson immergé dans la saumure.

### **Une production en adéquation avec la demande du marché**

Au-delà de toutes ces évolutions techniques, la limitation de la durée des marées reste un facteur déterminant. Cet ensemble d'améliorations doit permettre de répondre à la demande du marché en produits frais avec une qualité régulière et une traçabilité précise. Le marché des GMS s'orientant schématiquement vers 50% de poisson entier à l'étal et 50% de produits prêts à consommer (darnes, filets, etc.), pré-emballés ou non, certains armements vont vraisemblablement rechercher une valorisation maximum de leurs débarquements et développer une pré-transformation à bord, allant du filetage à la mise en barquette sous film étirable, voire sous atmosphère modifiée. Ces initiatives seront limitées par l'espace disponible à bord des navires.

## 2.1.2 Aquaculture :

### 2.1.2.1 Coquillages

#### *Techniques de culture et affinage*

La consommation des coquillages et tout particulièrement des **huîtres** est une pratique qui remonte à la nuit des temps car des traces de cette consommation par les hommes préhistoriques ont été relevées dans différentes zones du globe. Cette alimentation se pratiquait à partir de la cueillette à même le sol ou en décollant les coquillages des rochers situés dans la zone de balancement des marées. Les romains furent les précurseurs de l'ostréculture européenne en développant le captage sur des fascines de bois et en stockant les huîtres plates *Ostrea edulis* dans des réserves d'eau creusées à même l'argile. De ce fait, ils pouvaient allonger la durée de consommation et utiliser de faibles densités par unité de surface pour améliorer la qualité de la chair. Ces techniques ont été améliorées et développées sur la côte atlantique au XVII<sup>ème</sup> siècle et notamment dans les claires du bassin de Marennes Oléron en remplacement du sel produit en marais. Les premières techniques élaborées de captage des larves d'huîtres dans le milieu naturel furent décrites en 1850 par Coste et De Bon. Elles consistaient à plonger des fagots et/ou des collecteurs en bois dans l'eau de mer en été, période où les huîtres matures expulsent leurs produits génitaux dans le milieu. L'utilisation de pieux d'ardoise, de pierres plates et de tuiles chaulées, permet d'améliorer les rendements de captage et de pratiquer l'élevage jusqu'à la taille adulte. L'ostréculture moderne était née.

Pour faire face à une pénurie d'huîtres plates, des importations d'huîtres portugaises *Crassostrea angulata* ont été autorisées. Suite à une tempête en 1865, le rejet d'une cargaison dans l'embouchure de la Gironde a fait proliférer cette espèce sur les côtes françaises. L'huître portugaise supplanta à cette époque la plate sur l'ensemble du littoral français hormis les côtes de Bretagne. Dans les années 70 une épizootie décima totalement cette espèce qui fut remplacée très rapidement par l'huître creuse japonaise *Crassostrea gigas* originaire du Pacifique. Actuellement cette espèce représente 80% de la production mondiale des huîtres en élevage.

Traditionnellement les juvéniles ou naissains d'huîtres sont captés sur des collecteurs de différentes natures : chapelet de coquilles d'huîtres, de coquilles Saint Jacques, d'ardoises, etc....

Les coquilles sont ensuite étalées sur le sol de parcs sur estran à des fins de croissance jusqu'à la taille adulte. L'individualisation des huîtres est faite manuellement en fin d'élevage avant le tri, le lavage et le dégorgement obligatoire pour la commercialisation. L'apparition de tables ostréicoles en fer dans les années 70, capables de rehausser les élevages d'environ 50 cm par rapport au sol a permis d'améliorer la survie et la croissance ainsi que d'améliorer les conditions de travail des ostréiculteurs. Les collecteurs sont installés en chapelet sur les tables pour le pré-grossissement et des poches plastiques de différentes tailles de mailles sont utilisées pour faire croître et soustraire des intempéries et de la prédation, les huîtres en grossissement.

Dans les années 80 la fabrication industrielle de collecteurs en plastique (tubes, assiettes, lamelles, coupelles...) a permis de séparer mécaniquement les huîtres par rapport au support de captage.

Ces pratiques représentent l'essentiel de la techniques de production en surélevé et permettent de travailler la forme extérieure de l'huître et sa qualité de remplissage. Le détroquage précoce (individualisation du naissain par rapport au collecteur) et la

fréquence de brassage des poches ainsi que les différents tris opérés par l'ostréiculteur déterminent la forme finale de l'huître qui doit être creuse et équilibrée. La capacité trophique des bassins de production (quantité de phytoplancton) et la densité des coquillages sont des critères essentiels pour obtenir des taux de remplissage de chair correct. Certaines zones d'élevage sont le siège de parasites (*polydora.sp*) qui creusent des galeries et des chambres vaseuses dans les coquilles, dépréciant la qualité du produit. Les bivalves filtreurs sont des accumulateurs et des concentrateurs de substances particulières et dissoutes. De la concentration de l'eau d'élevage en phytoplancton mais également en matières particulières en suspension, métaux lourds, pesticides, herbicides, hydrocarbures, toxines biologiques etc. dépendra la qualité de la chair du produit commercialisé.

A moindre échelle, une production d'huître en eau profonde est réalisée sur le plan français et européen. Les huîtres sont ainsi étalées manuellement à partir d'un bateau sur de vastes concessions toujours immergées. Un hersage est pratiqué périodiquement au cours de l'élevage ainsi qu'un dragage par bateau avant commercialisation (baie de Quiberon, Cancale...).

En méditerranée, les pratiques conchylicoles de l'étang de Thau sont basées sur la mise en place de jeunes huîtres préalablement collées sur des barres de bois ou dans des filets et suspendues dans la colonne d'eau par un accrochage sur un portique composé de poutres de bois ou de fer.

Avant la phase de commercialisation finale, il est possible de parfaire la qualité alimentaire du produit et notamment l'aspect visuel et gustatif de la chair de l'huître. L'affinage extensif est pratiqué dans les claires ou bassins de terre à faible densité et pendant une durée réglementée qui autorise à son terme, une appellation qualifiante de fine ou spéciale de claire.

La prolifération de diatomées spécifiques dans ces milieux (*Skeletonema costatum* et *Haslea ostrearia*) augmentent la masse de chair, la concentration de glycogène et dans certaines conditions colorent les branchies de l'huître d'une couleur verte bleue intense.

Du fait de l'abondance des gisements naturels de **moules** (*Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*) présents dans toute l'Europe, la mytiliculture ne s'est développée que tardivement.

Dans la zone de balancement des marées, la technique des bouchots est très utilisée. Elle est issue d'une observation en 1235 sur le pouvoir de colonisation naturelle des moules, sur des pieux de bois plantés verticalement sur l'estran. Cette technique s'est développée principalement sur les côtes atlantiques françaises à partir de 1860. Elle consiste à planter des pieux en ligne dans le sol à différentes hauteurs par rapport au marnage. Les pieux situés le plus au large captent le naissain qui est transporté au fur et à mesure de sa croissance et jusqu'à la commercialisation, sur les pieux plantés le plus près de la côte. En 1960, une amélioration notable de captage du naissain de moule sur des cordes en coco a permis de développer la mytiliculture dans différentes régions de production françaises et européennes. En effet, cette technique permet de concentrer le naissain sur des longueurs de corde de plusieurs dizaines de mètres qui peuvent ensuite être transportées facilement sur d'autres pieux ou d'autres secteurs géographiques. Ces cordes sont ensuite enroulées autour des bouchots permettant ainsi aux petites moules de coloniser toute la surface du pieu.

Dans certaines régions ou pays, la croissance des moules est réalisée à même le sol ou sur des tables en surélevé de façon similaire à l'huître.

En eau profonde, l'Espagne utilise intensivement la technique des radeaux flottants ancrés sur des fonds importants et dans des zones abritées. Sous les radeaux, les moules sont élevées sur des cordes ou/et dans des filets de rétention, en suspension et immersion permanente.

Dans les étangs méditerranéens, la technique du portique adaptée à l'élevage de l'huître et également utilisée avec efficacité pour les moules.

Enfin, l'élevage en suspension sur filière de surface ou de subsurface, encore appelée long-line est largement utilisé en Europe (France, Irlande...).

La filière est composée d'une corde maîtresse ancrée sur le fond et positionnée parallèlement à la surface à l'aide de flotteurs. Des suspentes garnies de moules sont amarrées verticalement à cette corde et permettent la croissance des moules sur tout son cycle dans de bonnes conditions. Une innovation intéressante a été apportée ces dernières années par l'emploi de flotteurs en forme de perches, placés sur toute la longueur de la corde maîtresse qui minimisent l'effet dévastateur de la forte houle par décrochage des coquillages sur les suspentes.

Ces dernières techniques de production nécessitent cependant des investissements très lourds en bateaux, mâts de charge, machines à pêcher, dégrilleurs, laveurs et débysseurs pour le tri, et la préparation à la vente. De nombreuses innovations dans ce domaine ont été faites et sont encore en cours.

Pour les **pectinidés**, alors que l'aquaculture de cette famille est en progression constante dans les pays asiatiques (Chine, Corée...) elle reste peu importante en Europe. En France, dans les années 1980, une technique de captage basée sur l'immersion de poches ajourées à très petites mailles et positionnées en eau profonde sur des filières a été mise au point pour la coquille Saint Jacques *Pecten maximus* et le pétoncle *Chlamys varia*. Les naissains ainsi récoltés sont placés ensuite dans des casiers pour un prégrossissement de quelques mois en eau profonde et à l'abri de la prédation. A ce stade, la technique dite des « lanternes japonaises » composées de petites poches accrochées à une suspente sur une filière de subsurface peut être également utilisée. Les coquillages ainsi élevés sont ensuite semés sur des concessions en mer et récupérés au terme de leur croissance par dragage.

Toutes ces pratiques techniques, biologiques et économiques sont basées sur le captage naturel qui par définition reste ponctuel dans le temps, aléatoire quant à la quantité obtenue et la qualité des juvéniles et sous dépendance de l'environnement et des activités de l'homme sur le littoral.

Toutefois l'aquaculture tend vers la maîtrise des différents stades de l'élevage correspondant à la domestication des espèces voire à leur sélection. La finalité étant d'obtenir pour l'alimentation humaine, un produit alimentaire disponible à tout moment, traçable, de qualité, correcte sur le plan sanitaire et n'entraînant pas de dommages pour l'environnement.

Dans ce contexte, le contrôle de la reproduction est fondamental et l'écloserie demeure un outil indispensable pour produire à la demande, domestiquer et améliorer les espèces de coquillages d'intérêt.

La **palourde** européenne *Tapes decussatus* et japonaise *Ruditapes phillipinarum* importée dans les années 1980 ne s'est développée en élevage au niveau européen que lorsque qu'on a su maîtriser sa reproduction en écloserie. En effet, les vénérédés ne

peuvent être captés en assez grandes quantités à partir du milieu naturel du fait qu'ils ne se fixent pas et sont enfouis dans le sol durant leur croissance.

Ces deux espèces sont actuellement produites en éclosion ainsi que l'huître et la coquille Saint Jacques. La production contrôlée de moules est également connue même si elle ne fait pas l'objet pour le moment d'une production significative.

Après la métamorphose des larves il est nécessaire de prégrossir à l'abri de la prédation, les naissains de la taille de quelques centaines de microns à quelques centimètres.

A cet effet, une technique intensive de prégrossissement en nurserie avec ajouts ou non de phytoplancton produit en grandes quantités a été mise au point dans les années 1980. Elle permet de fournir pour différentes espèces, des juvéniles capables d'être élevés à terre dans les marais ou dans des bassins intensifs ou en mer sur l'estran ou en eau profonde.

Pour la palourde, différentes méthodes de prégrossissement (casier, nurserie, portefeuille...) et de grossissement (parcs avec clôture antipredation, filets sur le sol...) sont au point et permettent de produire en fonction de la demande.

Un des points de blocage de la maîtrise des filières conchylicoles réside dans la production de nourriture contrôlée de phytoplancton en grands volumes (plusieurs centaines de m<sup>3</sup>) et de manière économique afin de satisfaire les différents stades de l'élevage et notamment les phases de grossissement et d'affinage d'adultes.

La présence sur le littoral français et espagnol d'eaux salées souterraines riches en sels nutritifs et constantes dans le temps a permis de développer à faible coût et en extérieur, la production toute l'année de la diatomée *Skeletonema costatum*. Cette diatomée de part ses qualités alimentaires est distribuée aux coquillages positionnés à forte densité dans des bassins béton. Il est possible ainsi de produire jusqu'à la taille marchande la plupart des espèces commercialisables. L'affinage contrôlé des huîtres est également faisable avec ce procédé qui permet de plus, d'obtenir une reproductibilité des procédés et des résultats, objectif difficilement réalisable en milieu extensif.

Cependant, la rentabilité économique de ce type de procédé et l'acceptation en terme d'image restent encore à démontrer.

### ***Evolution des techniques de reproduction et d'éclosion***

Tout élevage consiste à faire croître des stades jeunes en adulte en garantissant un optimum de survie. L'aquaculture, et plus particulièrement la conchyliculture, n'échappe pas à cette règle de base, et par essence, la filière est totalement dépendante de l'approvisionnement en juvéniles. Pour ce faire, la première approche a consisté à prélever des jeunes individus dans des zones de recrutement naturel et à les placer dans des zones d'élevage. Cette pratique a encore cours pour la palourde au sud du Portugal et pour la coque en Pays de Loire. Elle reste cependant marginale dans l'ensemble de la filière conchylicole. Puis, la nécessité de mieux contrôler cette source d'approvisionnement a conduit à s'intéresser à la récupération des juvéniles du milieu naturel, via des supports placés dans les zones de reproduction des mollusques concernés. C'est le captage sur lequel se sont développées la conchyliculture, la mytiliculture et la pectiniculture. La dégradation des conditions environnementales, se traduisant par des aléas du recrutement des coquillages, a conduit Loosanoff et Davis à s'intéresser à la reproduction contrôlée des bivalves avec deux modèles d'intérêt économique, l'huître américaine *Crassostrea virginica* et le clam *Mercenaria mercenaria*. C'est donc aux Etats Unis que les premiers travaux relatifs aux techniques

d'écloserie ont vu le jour. Parallèlement, des chercheurs anglo-saxons, dirigés par Walne, se sont également intéressés à ce domaine sur l'huître européenne, *Ostrea edulis*, mais pour une toute autre raison. En effet, dans des bassins immergés les ostréiculteurs gallois plaçaient des géniteurs matures et des collecteurs à la saison de reproduction et accédaient ainsi très facilement à la ressource. Il est à noter que cette technique est encore pratiquée sur cette même espèce par certaines écloseries irlandaises. Cependant, le gain par rapport au captage naturel était minime et l'idée d'étendre la saison de reproduction de cette espèce en contrôlant les facteurs de l'environnement était proposée. Ces deux équipes pionnières ont ainsi défriché de nombreux aspects liés aux techniques d'écloserie en s'intéressant particulièrement aux élevages larvaires et postlarvaires et à la production contrôlée de leur alimentation, le phytoplancton. Une méthode basée sur la récolte et la concentration de phytoplancton naturel avait été proposée auparavant (Wells-Glancy) mais celle-ci, bien qu'économiquement rentable, était trop aléatoire pour autoriser une généralisation du procédé. Là encore, il est intéressant de noter que certaines écloseries ou nurseries utilisent encore tout ou partie de ce concept. La base des connaissances était ainsi posée par ces deux équipes et les premières écloseries commerciales apparaissaient aux Etats Unis et en France dans les années 70-80. Ces dernières ont connu leur essor dans les années 80-90 en Europe en se spécialisant dans la production de naissain de palourde japonaise, les vénérédés ne pouvant être captés sur supports amovibles en milieu naturel. L'apparition et l'extension de la maladie de l'anneau brun, conjointement à l'explosion des productions naturelles de *Ruditapes philippinarum* dans les lagunes italiennes, ont entraîné la disparition de la plupart des écloseries/nurseries françaises (15<sup>aines</sup> en 1988). Les entreprises restantes (5) se sont alors tournées vers la production d'huître creuse en rentrant en concurrence directe avec les centres de captage, dont le bassin d'Arcachon qui fournissaient alors 70 % du marché des juvéniles.

Un même constat était opéré aux Etats Unis où les écloseries pionnières ont pratiquement toutes disparues faute de marché et/ou d'absence de maîtrise des techniques. La situation des écloseries françaises a été particulièrement difficile pendant plusieurs années puisqu'elles se trouvaient en compétition avec les bassins de captage dont le coût de revient du naissain était très inférieur à celui d'écloserie, mais dont le prix de vente restait étroitement lié à l'abondance du recrutement dans le milieu naturel. Or, chez l'huître creuse, ce dernier est particulièrement assujéti à d'importantes fluctuations, avec des années pléthoriques et des années de captage quasiment nulles. La régularité des productions d'écloserie, la conformité de leurs produits (taille, forme, homogénéité) et le déplacement progressif de l'activité ostréicole vers la Normandie et la Bretagne ont permis de fidéliser une clientèle éloignée des centres de captage traditionnel (Bassin d'Arcachon et Marennes-Oléron). Cependant, ces écloseries n'ont pu survivre qu'en développant leur propre activité de production conchylicole (entreprise intégrée). La mise au point des techniques d'obtention de triploïdes, conduisant à la fourniture de naissain d'huître stérile, a récemment changé cette donne. En effet, ce type de produit ne peut être obtenu en milieu naturel et le passage par l'écloserie est incontournable. La demande accrue a conduit les écloseries à optimiser leur technique pour répondre à cette demande spécifique, et d'une façon plus générale, pour diminuer le coût de revient du naissain d'écloserie. Disposant dorénavant d'un certain savoir-faire, mais aussi d'une capacité financière les écloseries sont prêtes à s'adapter à l'évolution des techniques. Comme dans tous les autres secteurs, la conchyliculture doit faire face à une attente plus forte de la société en matière de

sécurité et de qualité alimentaires. De leur côté, les conchyliculteurs sont favorables à la sélection d'individus résistants aux pathogènes, aux variations brutales du milieu, à potentiel élevé de croissance, et une partie d'entre eux, à l'obtention par la cytogénétique d'individus stériles (3n). Le rôle des écloséries dans l'industrie conchylicole est en train de s'affirmer et la recherche doit les accompagner pour autoriser le saut technologique nécessaire à ces nouvelles demandes. En effet, jusqu'à présent la plupart des techniques développées dans les écloséries reposaient sur une approche des populations (contrôle de la reproduction et maturation de groupes d'individus, élevage larvaire séquentiel en grand volume à faible densité et alimentation discontinue). Or, la demande visant à développer une approche familiale est conditionnée par la gestion de la reproduction au niveau individuel et par la mise en élevage extemporanément de différents lots issus de croisements parentaux. La première nécessite l'utilisation de méthodes non destructives (eg. IRM) pour apprécier le degré de maturité de chaque individu, tandis que le deuxième entraîne le développement de techniques d'élevage en petits volumes et à haute densité. La mise au point des techniques d'élevage larvaire en flux ouvert s'avère donc nécessaire. Dans la mesure où dans un tel système l'apport de nourriture devient permanent, le développement de cultures phytoplanctoniques en continu devient aussi une nécessité puisque seules les microalgues fraîches couvrent de façon satisfaisante les besoins nutritionnels des larves et postlarves. Ces procédés vont nécessiter une instrumentation dédiée qui autorisera en retour un automatisme de la plupart des postes de l'éclosérie (asservissement de l'alimentation en eau, de la nourriture ...). A terme, une baisse des coûts de main d'œuvre, particulièrement élevés en éclosérie, en résultera ainsi qu'un meilleur contrôle qualité des productions. Enfin, comme dans tout élevage intensif, il y aura lieu de développer des méthodes prophylactiques car les bivalves sont particulièrement vulnérables aux agents infectieux et leur traitement en milieu marin ouvert impossible. Il faudra donc se doter tout au long de la chaîne de production dans l'éclosérie d'un code de bonnes pratiques d'élevage et de rechercher des méthodes alternatives à l'utilisation des antibiotiques afin de ne pas entacher le produit fini d'une image négative. Le développement de procédés d'élevage, respectant l'image « naturel » du produit est un des challenges des écloséries des prochaines années.

### ***Amélioration génétique***

Trois espèces ont successivement été produites en France :

l'huître plate (*Ostrea edulis*) dont la production n'a jamais dépassé 20000 tonnes/an et qui est affectée par deux maladies (marteliose et bonamiose), réduisant très fortement la rentabilité de cette production,

l'huître creuse portugaise (*Crassostrea angulata*), introduite en France en 1868, a atteint une production de 100000 tonnes/an mais a été décimée par une maladie virale à la fin des années 1960,

l'huître creuse japonaise (*Crassostrea gigas*), qui a remplacé la « portugaise » le long des côtes françaises et dont la production française actuelle est de l'ordre de 140000 tonnes/an.

L'amélioration des animaux eux-mêmes et plus particulièrement au niveau des potentialités génétiques entre espèces, populations ou individus est une possibilité de progrès significatif en aquaculture.

Ainsi, le développement de la production commerciale de naissain en éclosérie a permis d'entrer dans une phase plus active d'amélioration génétique. L'amélioration génétique

la plus significative s'est produite grâce à l'obtention d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) triploïdes, c'est-à-dire possédant trois stocks de chromosomes à partir d'animaux diploïdes possédant deux stocks de chromosomes. Ces animaux triploïdes se sont avérés pousser plus vite que les animaux diploïdes. En effet, leur fertilité réduite engendre une réallocation de l'énergie utilisée normalement pour se reproduire vers la fonction de croissance. Cela se traduit par une meilleure productivité des entreprises ostréicoles mais aussi par un élargissement de la gamme de produits, les huîtres triploïdes non laiteuses pouvant être consommées même en dehors des mois en « R », c'est-à-dire pendant la période estivale. Dans les années 1990, le développement d'huîtres tétraploïdes (possédant 4 stocks de chromosomes) a permis d'obtenir des huîtres triploïdes plus facilement grâce à de simples croisements entre huîtres tétraploïdes et diploïdes. En plus de leur facilité d'obtention, cette seconde génération d'huîtres triploïdes, à partir d'huîtres tétraploïdes, montre à la fois une meilleure croissance et une meilleure survie que celles de la première génération. Cette innovation technique est actuellement accompagnée de mesures permettant de suivre son impact potentiel sur l'environnement marin et ostréicole. La première est le confinement en dehors du milieu naturel, dans une écloserie de l'Ifremer, du stock d'animaux tétraploïdes qui ont été développés. Ces animaux sont en effet fertiles mais le risque d'échappement d'animaux adultes, juvéniles, larves, ou même de gamètes, est réduit au minimum dans ces conditions. Même si les animaux tétraploïdes sont plus fragiles, plus sujets à la mortalité, des études en laboratoire sont également poursuivies afin de comparer leur comportement reproducteur en comparaison avec celui des animaux diploïdes en cas d'échappement accidentel. La seconde mesure est le suivi de la ploïdie (stock de chromosomes) dans les animaux issus de naissain naturel. Depuis 2001, aucun animal triploïde ou tétraploïde n'a été observé dans les bassins de recrutement d'Arcachon et de Marennes-Oléron alors que plusieurs milliers ont été analysés.

Ce type d'amélioration ne peut être réalisé que dans des écloséries où une partie du cycle de l'animal, sa reproduction et les premiers stades de croissance, sont contrôlés. Les gamètes des animaux mâles et femelles peuvent être ainsi récoltés séparément après maturation des animaux, et des plans de croisements raisonnés peuvent être réalisés selon les besoins des caractérisations génétiques des caractères étudiés. Parallèlement aux écloséries professionnels qui produisent commercialement du naissain sur une large période de l'année, plus homogène et parfois sélectionné, les écloséries de recherche telle que celle de l'Ifremer ont pour but de déterminer les bases génétiques de caractères d'intérêt (rusticité, résistance à des maladies, survie à des mortalités estivales) qui pourraient être améliorées. Il s'agit dans un premier temps d'estimer l'héritabilité des caractères, c'est-à-dire si il existe une variabilité génétique dans les populations et les individus pour ce caractère.

Une fois déterminée la possibilité d'améliorer le caractère, la seconde étape consiste à mettre en place un programme de sélection où pourront être produits des animaux aux caractères améliorés tout en gardant une base génétique large, garante de la pérennité du programme. Des outils moléculaires ont ainsi été développés en parallèle afin de pouvoir suivre la généalogie des familles et lots produits en écloserie afin de limiter les risques de croisements en animaux déjà apparentés, réduisant la variabilité génétique. Dans ce cadre, des travaux sur la résistance à un parasite chez l'huître plate ont été menés depuis la fin des années 1980, et plus récemment sur la survie aux mortalités estivales de juvéniles chez l'huître creuse dans le cadre du programme national MOREST (MORTalité ESTivale). Les expérimentations ont permis de montrer qu'une amélioration significative était possible avec respectivement des gains de survie contre

la bonamiose de 20 à 70 % par rapport à du naissain de captage naturel et des gains de survie en période de mortalité estivale de 10 à 45 % par rapport à du naissain d'écloserie témoin. L'étape de la mise en place de programmes de sélection à grande échelle chez l'huître creuse est aujourd'hui en cours de discussion, ces programmes impliquant en effet de nombreux acteurs de la filière ostréicole et des moyens financiers importants qui doivent être mis en parallèle des gains attendus. Si ces améliorations génétiques ne touchent pas encore directement la qualité des huîtres obtenues, elles visent à maîtriser et améliorer la production des huîtres et donc à terme à améliorer le rapport qualité-prix du produit et la viabilité économique de la filière.

### **Importance environnementale : qualité des eaux dans la zone côtière (réseaux de surveillance)**

#### ***REMI (Réseau de Contrôle microbiologique des zones de production de coquillages)***

Au niveau national, le système de contrôle des coquillages avant mise sur le marché s'organise en trois niveaux : une surveillance sur les zones de production opérée par les réseaux de surveillance Ifremer, les contrôles de mise sur le marché organisés par la DGAL et les autocontrôles réalisés par les producteurs de coquillages.

Les zones de production conchylicole sont classées suivant la directive 91/492/CEE de la Communauté Européenne relative aux règles régissant la production et la mise sur le marché des coquillages. La transposition en droit national s'est traduite par deux textes réglementaires : le décret n°2003-768 du 1<sup>er</sup> août 2003 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants et l'arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants.

Le classement, prononcé par le Préfet, comporte quatre catégories : A, B, C, D par ordre décroissant de la salubrité de la zone. Le classement A autorise la vente directe des coquillages, le classement B impose une purification des coquillages ou un reparcage en zone A avant mise sur le marché, le classement C impose un reparcage de longue durée (minimum 2 mois) en zone A, le classement D interdit toute exploitation sur la zone. Le classement s'effectue par groupe de coquillages : gastéropodes, bivalves filtreurs fouisseurs (coques, palourdes, ...), et bivalves filtreurs non fouisseurs (huîtres, moules), suivant leur faculté différentielle à se contaminer et à se purifier. Les critères relatifs à la microbiologie, la chimie, la présence d'espèces phytoplanctonique toxique et de phycotoxines sont pris en compte dans le classement de zone.

Créé en 1989, le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, est mis en œuvre dans un but de protection des consommateurs. Il a pour objet de préparer le classement de salubrité des zones de production de coquillages et de vérifier la pérennité des caractéristiques ayant fondé le classement des zones.

Le REMI se compose de deux volets complémentaires :

- un volet surveillance régulière : il permet d'évaluer les niveaux de contamination fécale dans les coquillages en zones classées A, B, C; et de suivre l'évolution de ces niveaux ,
- un volet surveillance renforcée, basé sur un dispositif d'alerte, il permet de dépister et suivre les épisodes inhabituels de contamination.

L'évaluation de la contamination est basée sur la recherche des bactéries *Escherichia coli*, utilisées comme indicatrices d'une contamination fécale. Les méthodes d'analyses utilisées sont la technique du nombre le plus probable NF V 08-600 et l'impédancemétrie NF V 08-106, les résultats sont exprimés en nombre d'*E. coli* dans 100 grammes de chair et de liquide intervalvaire de coquillages.

Les zones sont réputées homogènes sur le plan sanitaire, aussi en règle générale un point de prélèvement est défini par zone classée surveillée. Ce point est situé dans un secteur exposé à un risque de contamination dû à un éventuel apport contaminant. Dans le cas de zones étendues, un nombre minimal de points, tenant compte des principales sources de contamination est déterminé.

La fréquence de prélèvement sur les 328 points pérennes définis en 2005 dépend du caractère stable ou instable de la qualité de la zone. Une zone instable correspond à une zone A, B, C présentant un risque de dégradation de sa qualité bactériologique, ou à contrario des zones présentant une amélioration de leur niveau de qualité. La fréquence d'échantillonnage des zones instables est mensuelle, la fréquence d'échantillonnage des zones stables peut être bimestrielle ou trimestrielle. La stabilité de la qualité est déterminée par traitement des données sur la base de 2 périodes consécutives de 3 ans de données de surveillance régulière. Plus de 70% des fréquences d'échantillonnage des points sont mensuelles.

L'ensemble des résultats obtenus est saisi dans la base de données Quadrige Ifremer. A l'issue des contrôles qualité, ces données sont mises en ligne et directement téléchargeables depuis le site Ifremer Environnement : [www.ifremer.fr/envlit/surveillance](http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance).

L'estimation de la qualité microbiologique de la zone s'effectue par compilation des données acquises en surveillance régulière REMI sur des périodes de 3 années consécutives — année calendaire — de façon à obtenir un nombre de résultats statistiquement suffisant. L'interprétation se fait ensuite par rapport aux critères d'évaluation de la qualité microbiologique fixés par l'arrêté du 21 mai 1999.

- Qualité estimé A : 90% des résultats < 230 *E. coli* et 100% < 1000 *E. coli* /100g CLI
- Qualité estimé B : 90% des résultats < 4 600 *E. coli* et 100% < 46 000 *E. coli*/100g CLI
- Qualité estimé C : 90% des résultats < 46 000 *E. coli* et au plus 10% > 46 000 /100g CLI
- Qualité estimé D : plus de 10% des résultats > 46 000 *E. coli*/100g CLI

Le dispositif d'alerte peut être déclenché de façon préventive, en cas d'événement météorologique, en cas d'incident de stations d'épuration, la mise en alerte peut également être activée en cas de résultat défavorable dans le cadre de la surveillance régulière ou suite à l'information d'une Toxi Infection Alimentaire Collective (TIAC) déclarée présumée d'origine coquillière. Ce dispositif d'alerte prévoit une surveillance

renforcée sur la zone avec un échantillonnage hebdomadaire jusqu'à la levée de l'alerte, et une information des administrations : Préfet et DDAM qui ont en charge de prendre les mesures appropriées en terme de protection de la santé des consommateurs : interdiction temporaire d'exploitation, de pêche, ou nécessité de purification avant commercialisation des coquillages.

### **Efficacité – couverture du risque sanitaire**

La contamination des coquillages est liée à l'arrivée, dans les eaux côtières, de rejets domestiques ou agricoles non suffisamment traités. Les sources potentielles d'apport de pathogènes humains au littoral sont les rejets de stations d'épuration, les activités non raccordés au système d'épuration (habitations, camping), les apports diffus des rivières. S'y ajoute des sources potentielles liées aux pratiques agricoles (productions animales, épandage). La qualité microbiologique des eaux littorales peut notamment être fortement dégradée à la suite de fortes pluies.

En matière de toxi-infection alimentaire d'origine microbienne, les principaux risques sont liés en Europe, à la présence de bactéries pathogènes (essentiellement les salmonelles) et des virus entériques (essentiellement les norovirus et le virus de l'hépatite A). Pour l'Europe le risque de présence de vibrios et en particulier de *V. parahaemoliticus* (à l'origine de septicémie) dans les produits d'importation n'est pas nulle. En France, les pathologies humaines associées sont le plus souvent des gastro-entérites. En Chine, la plus importante épidémie a été observée en 1998 avec près de 300 000 personnes ayant développé une hépatite A.

Sur les 5 500 TIAC déclarée en France pendant la période 1991-2001 toutes origines confondues, 165 ont été attribuées aux coquillages (huître et moules à 80%) soit 15 en moyenne par an, l'origine de ces TIAC n'étant confirmée que dans 32% des cas. Les virus sont les principaux agents responsables des TIAC associées aux coquillages (35% des TIAC), et l'incidence des virus augmente progressivement depuis 1995 (date de la mise en place de la détection virale par RT-PCR). Depuis 2002, la recherche et l'identification des virus pathogènes sont effectuées dans les échantillons de coquillages suspectés lors de TIAC.

Les normes de classement des zones conchylicoles sont basées sur les indicateurs de contamination fécale (*E. coli*). Cependant, ceux-ci ne sont pas des indicateurs toujours pertinents vis-à-vis de la présence de virus ou de bactéries pathogènes pour l'homme.

**Perspectives** : Le réseau REMI est amené à évoluer pour s'adapter aux évolutions réglementaires induites par la mise en application dès 2006 d'un règlement européen fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. Ce règlement impose notamment des modifications de seuils d'interprétations microbiologiques car aucune tolérance analytique n'est définie (100% des résultats doivent être <230 *E. coli*/100g C.L.I. pour une zone A, 100% < 4600 *E. coli*/100g C.L.I. pour une zone B et 100% < 46 000 *E. coli*/100g C.L.I. pour une zone C). Il prévoit que le plan d'échantillonnage soit établi sur la base d'une étude des transports hydrodynamiques des polluants microbiologiques dans le bassin hydrographique et la zone de production considérée. Le REMI évoluera également en fonction des connaissances acquises dans le cadre de programmes de recherche conduits notamment au laboratoire Microbiologie de

l'Ifremer, programmes concernant en particulier le développement des méthodes de détection rapides et spécifiques des microorganismes pathogènes, d'origine entérique, présents dans l'environnement, et l'étude de la persistance des micro-organismes en mer. La recherche se poursuit également pour rechercher et proposer des indicateurs fiables de contamination virale

### ***REPHY (Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines)***

L'Ifremer assure, dans le cadre du REPHY, le suivi des espèces phytoplanctoniques présentes dans les eaux côtières françaises, et le suivi des toxines produites par certaines de ces espèces et qui s'accumulent dans les coquillages. Le REPHY a été créé par l'Ifremer en 1984, suite à l'observation de nombreuses intoxications de type diarrhéique chez les consommateurs de coquillages, en 1983 et 1984 sur les côtes bretonnes. Ces intoxications avaient pour origine le développement dans le milieu littoral de *Dinophysis*, phytoplancton ayant la propriété de produire des toxines diarrhéiques. La réglementation européenne relative à la surveillance des phycotoxines (en particulier une directive de 1992 modifiée en 1997), ainsi que la mise en évidence pour la première fois dans les coquillages, de toxines paralysantes associées à une espèce d'*Alexandrium* en 1988, puis de toxines amnésiantes produites par des espèces de *Pseudo-nitzschia* en 2000, a conduit à une augmentation régulière de la charge liée à la surveillance de ces toxines.

Le système français comporte deux aspects complémentaires, puisque la surveillance des coquillages dans le milieu marin littoral est dévolue à l'Ifremer sous la tutelle de la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture, le contrôle des coquillages-dénrées étant sous la responsabilité de la Direction générale de l'alimentation et du Laboratoire national de référence sur les biotoxines, positionné à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA).

Outre sa composante sanitaire, le REPHY est aussi un réseau de surveillance à visée patrimoniale. Il a en effet deux objectifs qui se complètent l'un l'autre :

- la connaissance de la distribution spatio-temporelle des espèces phytoplanctoniques des eaux littorales, ainsi que le recensement des événements exceptionnels (tels que les eaux colorées et les développements d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine),
- la protection des consommateurs, par la détection des espèces phytoplanctoniques toxiques et la recherche des phycotoxines dans les coquillages.

La stratégie générale, pour l'aspect sanitaire, est basée sur la détection des espèces toxiques dans l'eau, qui déclenche la recherche des toxines dans les coquillages. En 2005, de nouvelles procédures sont mises en place pour les toxines diarrhéiques, afin de mieux couvrir le risque sanitaire : une surveillance systématique de ces toxines est réalisée dans les coquillages des zones à risque et pendant les périodes à risque, celle-ci étant définies à partir des historiques de contamination sur les six dernières années.

Les prélèvements d'eau et de coquillages sont effectués sur des points répartis sur tout le littoral français. Une partie de ces points fait l'objet de prélèvements réguliers d'eau, toute l'année. Les observations phytoplanctoniques sont effectuées au microscope inversé. La fréquence de prélèvements pour les échantillons d'eau est d'une fois par

quinzaine à une fois par semaine, selon le contexte, et pour les coquillages d'une fois par semaine. Les coquillages prélevés sont des mollusques bivalves appartenant à différentes espèces : moules, huîtres, palourdes, coques, donaces, etc. Les pectinidés (principalement coquilles Saint-Jacques et pétoncles) font quant à eux l'objet d'une surveillance conjointe REPHY / plan de surveillance DGAL, selon que ces coquillages sont prélevés dans les zones de pêche, ou à la débarque en criée. Les résultats sont envoyés à l'administration départementale (préfecture et Affaires Maritimes) qui prend les arrêtés d'interdiction de commercialisation et de ramassage des coquillages sur la base des concentrations en toxines.

La présence de phycotoxines dans les coquillages et autres produits marins consommables, est devenue un réel problème sanitaire à l'échelle mondiale. Ce problème a, en outre, été largement amplifié ces dernières décennies, par la dissémination des espèces productrices de toxines, les principales voies connues étant le transport des cellules phytoplanctoniques et des kystes résistants dans les eaux de ballast des bateaux, et le transfert des coquillages contaminés d'une zone à une autre (ou d'un pays à l'autre). L'élimination des espèces toxiques introduites dans le milieu marin n'étant pas possible, les solutions curatives n'existent pas réellement. L'importance des réseaux de surveillance est donc cruciale, pour prévenir les risques d'intoxications des consommateurs, et maintenir une veille sur l'évolution de ces phénomènes.

Le REPHY se situe dans un contexte européen comme l'unique réseau gérant, dans un même organisme, l'ensemble des aspects relatifs au suivi du phytoplancton et des phycotoxines, sur l'ensemble du littoral national. Il participe activement à la communication et à la valorisation des données de surveillance, puisqu'une grande partie de ses données sont disponibles sur le site internet de l'Ifremer. Cet aspect se double au niveau international par l'hébergement et la mise à jour sur ce même site, de cartes de synthèse sur la présence de phycotoxines en Europe et en Amérique du nord (HAEDAT).

La couverture du risque sanitaire réalisée par le REPHY peut être évaluée globalement grâce aux résultats fournis par le plan de surveillance de la DGAL, qui montrent que les coquillages prélevés au hasard sur les marchés et dans les établissements conchylicoles sont très rarement contaminés par des phycotoxines : la couverture du risque serait donc satisfaisante, bien que non quantifiée actuellement.

**Perspectives :** Les perspectives d'évolution du REPHY se situent d'une part dans l'évolution et l'adaptation inhérente aux réseaux de surveillance, d'autre part dans l'amélioration des méthodes et des outils. Pour le premier point, les contraintes liées à la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau au niveau français, conduisent le REPHY, de par sa composante phytoplancton et hydrologie, à s'intégrer dans une sorte de supra réseau associant des réseaux existants et à venir, gérés ou non par Ifremer. Pour le deuxième point, des changements importants sont déjà en cours avec l'utilisation d'une méthode physico-chimique de détection multi-toxines du complexe diarrhéique, actuellement mise en œuvre dans un seul site, mais qui devrait être déployée à court terme dans d'autres laboratoires Ifremer, pour remplacer le test-souris DSP. A moyen terme, les perspectives résident par exemple dans l'utilisation de sondes moléculaires et/ou de biocapteurs pour la détection du phytoplancton toxique, des cartes

satellites pour les mesures globales de chlorophylle et la détection de certaines efflorescences phytoplanctoniques, de méthodes de prélèvement automatisées pour les échantillons d'eau.

### **2.1.2.2 Aquaculture : poissons**

#### **Evolution de la production piscicole**

On entend en général par « pisciculture » la production de poissons basée sur le contrôle complet du cycle biologique de l'espèce : de la production d'œufs, l'élevage des jeunes stades, le grossissement des juvéniles jusqu'à des tailles variables selon l'espèce et le marché jusqu'au conditionnement des géniteurs. Cependant, la production ne porte parfois que sur les premiers stades de vie : c'est le cas par exemple de juvéniles de truite ou de saumon produits en pisciculture avant d'être relâchés dans le cadre d'opérations de repeuplement. A l'opposé, lorsque la reproduction de l'espèce n'est pas maîtrisée, il est possible d'engraisser de jeunes poissons sauvages après leur capture dans le milieu naturel. C'est le cas pour la sériole au Japon depuis une trentaine d'années et pour l'anguille en Europe. C'est aussi la voie retenue depuis quelques années pour le thon rouge. La limite de cette pratique, appelée embouche, est liée aux quantités de juvéniles sauvages disponibles dans le milieu ou alloués pour les prélèvements (quota). Ce mode de production peut difficilement prétendre à un développement significatif sauf à évoluer vers une maîtrise complète du cycle biologique.

Dans le cas des espèces dont l'ensemble du cycle biologique est maîtrisé, les modes de production sont également très divers : de l'exploitation extensive d'étangs sans apport de nourriture à des systèmes intensifs contrôlés pouvant inclure le recyclage et le traitement de l'eau. L'élevage extensif, déjà pratiqué pour la carpe en Chine près de 2000 ans avant JC, a prévalu dans le monde jusqu'au début des années 60. Ce type d'élevage est encore majoritaire dans les pays d'Asie mais l'intensification tend à se développer. Dans ces systèmes, les poissons se nourrissent grâce à la production naturelle des bassins, parfois stimulée par addition de fertilisants. L'alimentation des poissons n'est donc pas contrôlée ; naturelle, elle n'est pas pour autant exempte de polluants (métaux lourds, pesticides) qui peuvent se concentrer dans la chaîne alimentaire.

En Europe occidentale, la production de poisson est en grande majorité une production intensive. La production extensive ou semi-intensive correspond le plus souvent à une politique d'aménagement du territoire et de développement d'activités de tourisme et de loisirs (pêche) qui connaît, depuis quelques années, un regain d'intérêt. En France, 68000 ha de plan d'eau (étangs d'eau douce et marais atlantiques) font l'objet d'une exploitation extensive ou semi- extensive à des fins piscicoles pour une production de 12 000 tonnes de poisson (dont 50% carpes et 25 % gardons). Des essais de diversification avec le silure et la perche sont en cours.

Bien que la valliculture (maintien en enceintes closes de poissons capturés) ait été pratiquée en Italie dès le XVème siècle, la pisciculture européenne n'a réellement débuté qu'au début du XXème siècle avec l'introduction de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), originaire de Californie. Contrairement à la truite commune (*Salmo trutta*), espèce autochtone des rivières d'Europe, sensible au stress et dont

l'élevage reste délicat, la truite arc-en-ciel s'adapte aisément à la captivité. Son élevage s'est développé en France et en Europe à partir des années 60 avec la mise au point d'aliments artificiels. Jusqu'à la fin des années 70, la truite était commercialisée après environ 15 mois d'élevage à la taille dite « portion » (220 – 300g). A partir de 1980, une diversification vers des animaux de grande taille a été amorcée en vue de la transformation qui génère une plus-value : filets, darnes, produits fumés. Cette évolution a nécessité d'importants progrès techniques. Aujourd'hui, la truite portion ne représente que 20 à 25% du marché alors que 60% du marché concerne des animaux de poids supérieur à 2,5kg. En 2004, la France a produit 42 000 tonnes de truites, suivie de près par l'Espagne et l'Italie.

La production de poissons marins est encore plus récente que celle des salmonidés, les premières productions significatives datent du début des années 80. En France, après une phase de démarrage assez lente, la production de bar, daurade et turbot a rapidement augmenté entre 1990 et 1995-1997 grâce aux progrès des connaissances scientifiques et techniques. La difficulté à agrandir les élevages et à trouver des sites disponibles a entraîné une stagnation de la production autour de 6000 tonnes depuis près de 10 ans. En revanche, la production de bar, daurade et turbot dans les pays d'Europe du Sud est en augmentation constante et représente aujourd'hui plus de 150 000 tonnes. La production française de poissons marins concerne deux segments de marché : les juvéniles (produits d'écloserie) qui sont ensuite en partie exportés et les animaux de taille portion (voire plus gros) pour le marché de consommation.

Parmi tous les animaux dont l'élevage s'est développé, c'est dans le groupe des poissons que l'on trouve le plus grand nombre d'espèces. En Europe, la morue, le flétan, la sole sénégalaise, et dans les Dom-Tom l'ombrine, commencent à être produits de façon significative en élevage. Au niveau mondial, plus d'une centaine d'espèces d'eau douce et d'eau de mer sont en voie de domestication et arriveront sur le marché français à plus ou moins long terme puisque la consommation de poissons est en constante progression alors que les apports nationaux de la pêche et de l'aquaculture stagnent.

Dans les paragraphes suivants nous décrivons les principales évolutions technologiques de l'élevage piscicole en nous référant majoritairement aux espèces faisant l'objet de pisciculture intensive en France et en Europe : les salmonidés (truite, saumons) et les poissons marins (bar, daurade, turbot). Leur élevage repose sur une haute technicité qui a été rendue possible par une connaissance approfondie de la biologie de ces espèces. De nombreuses techniques, mises au point chez les salmonidés, ont ensuite été transférées aux autres espèces après les adaptations nécessaires.

### **Maîtrise de la reproduction**

La maîtrise de la reproduction est un maillon indispensable pour la domestication des espèces tout comme pour la conduite de programmes de sélection. Comme pour les autres animaux d'élevage, cette partie du cycle de production bénéficie de technologies avancées issues de la recherche : manipulation de la date de ponte, contrôle du sexe et production de néomâles, cryoconservation du sperme et dans un proche avenir, cryoconservation d'embryons....

Contrôle de la maturation sexuelle : Chez la majorité des espèces de poissons, la reproduction est saisonnière ce qui permet d'éviter une éclosion des œufs à un moment de l'année où les conditions environnementales sont défavorables au développement et

à la survie des jeunes. Ainsi, chez la truite arc-en-ciel, dans les conditions naturelles, le développement des organes reproducteurs commence au printemps, s'accélère au cours de l'été pour aboutir à des pontes à la fin de l'automne et au début de l'hiver. Pour répondre à la demande du marché l'industrie piscicole a besoin d'un approvisionnement régulier tout au long de l'année. La sensibilité des salmonidés aux variations de la photopériode a été exploitée pour programmer la date de pontes et étaler ainsi la période d'ovulation. A titre d'exemple, l'exposition des génitrices de truites arc-en-ciel à des jours longs (16 h d'éclairage) pendant 2 mois après la ponte puis à des jours courts (8 h d'éclairage) pendant les 4 mois suivants permet d'obtenir une nouvelle ponte 6 mois après la première. La manipulation de la photopériode pour avancer ou reculer la maturation sexuelle est aussi appliquée aux poissons marins comme le bar et le turbot par contre le cycle reproducteur des cyprinidés tels que la carpe commune est peu sensible aux variations de la durée journalière d'éclairage. La daurade est un cas particulier car elle est protandre c'est-à-dire qu'elle est d'abord de sexe mâle puis devient femelle.

Disponibilité en ovocytes : Pour obtenir des ovules à une date précise, il est courant d'induire la ponte par administration d'une hormone, la gonadotropin releasing hormone (GnRH). La préparation médicamenteuse de gonadolibérine de synthèse à effet retard, qui a reçu une autorisation européenne de mise sur le marché, n'est utilisable que sur prescription vétérinaire. Des travaux sont en cours pour évaluer l'incidence de la domestication sur la qualité des pontes et identifier des marqueurs pertinents de l'état de maturité des ovocytes, la qualité des reproductions et des alevins qui en sont issus.

Qualité et disponibilité du sperme: Des méthodes de congélation du sperme ont été mises au point soit pour des raisons de disponibilité soit pour la conservation de la biodiversité. La réussite de la congélation du sperme dépend de plusieurs facteurs. Il faut disposer d'un dilueur préservant les fonctions des spermatozoïdes, maîtriser les techniques de congélation, décongélation et fécondation, utiliser des éjaculats capables de subir sans dommage majeur la cryoconservation. La mise au point de dilueur cryoprotecteur du sperme pour différentes espèces permet la congélation du sperme sur les sites où sont élevés les stocks de géniteurs puis l'utilisation en routine du sperme congelé pour la truite comme pour le turbot, la daurade ou le silure-glane.

La fécondation : Elle a lieu dans des écloséries spécialisées et équipées pour la reproduction artificielle, l'éclosion et les différents stades de développement des larves et des alevins. Dans la nature, le sperme est émis dans l'eau. Il a donc fallu mettre au point des dilueurs appropriés qui préservent l'intégrité et la motilité des spermatozoïdes tout en assurant une concentration compatible avec la fécondation des ovocytes. Ces produits conduisent à des succès reproducteurs très élevés (> 90 %) pour les principales espèces élevées en Europe. Par contre, pour d'autres espèces candidates à l'aquaculture comme le thon rouge par exemple, la phase de reproduction en captivité est encore un point de blocage.

### **Maîtrise de la phase larvaire**

Les œufs placés en incubateurs éclosent quelques jours (selon la température d'incubation et l'espèce) après leur fécondation. A l'éclosion, les poissons ne mesurent que quelques mm. Ils sont dotés de réserves énergétiques endogènes sous la forme d'une vésicule vitelline qui leur permettent de se développer pendant quelques jours sans apport extérieur de nourriture, en attendant que leur orifice buccal et leur oesophage s'ouvrent. Ils achèvent leur organogenèse et leur morphogenèse au cours du

développement larvaire. C'est une phase délicate de l'élevage durant laquelle les larves sont très sensibles aux conditions environnementales et nutritionnelles. Grâce aux nombreux essais qui ont été conduits, les conditions environnementales (température, pH, taux d'oxygène...) sont maintenant optimisées pour les différentes espèces et bien maîtrisées dans les écloséries. Les larves de poisson d'eau douce issues d'œufs de grand diamètre, comme la truite et le saumon, ont un système digestif bien développé à l'éclosion. Elles peuvent être nourries dès le premier repas avec des aliments composés c'est pourquoi on a pu, très vite, étudier leurs besoins nutritionnels et optimiser l'apport alimentaire pour favoriser leur survie et leur croissance. Chez ces espèces, les recherches actuelles portent sur les conséquences de l'alimentation précoce (ou celle des géniteurs) sur les capacités métaboliques et la composition corporelle aux stades ultérieurs.

En revanche, les larves de poissons marins sont de plus petite taille que celles des poissons d'eau douce et leur tube digestif est encore très rudimentaire dans les premiers jours de vie. Les aliments pour poissons d'eau douce ne leur conviennent donc pas. Pour les élever, il a fallu trouver des proies de taille compatible avec la taille de leur bouche (moins d'un mm) et couvrant leurs besoins. Les écloséries utilisent le plus souvent des rotifères et des artemia qui sont produits dans des circuits adaptés et doivent être enrichis en acides gras polyinsaturés pour couvrir les besoins des poissons. Le recours à ces proies représente un point limitant du cycle d'élevage des poissons marins mais celui-ci devrait être dépassé dans un proche avenir grâce à la mise au point très récente d'un aliment composé sous forme de micro particules permettant une survie et un développement des larves proches de ce qui est obtenu avec des proies vivantes. Il s'agit d'un pas décisif dans la domestication des espèces marines qui va permettre en outre d'étudier plus précisément les besoins des animaux et les conséquences de l'alimentation sur l'organogenèse et la morphogenèse afin de fiabiliser la production d'alevins et d'améliorer leur qualité (conformation, pigmentation...).

### **La phase de grossissement**

Cette phase est la moins délicate du cycle de vie des poissons, cependant systèmes d'élevage et alimentation sont des points déterminants de l'efficacité de production.

#### ***Les différents systèmes d'élevage***

Les élevages sont pratiqués soit à terre soit en cage. Ils ont pour but de produire du poisson de haute valeur commerciale avec une densité d'élevage comprise entre 40 et 80 kg/m<sup>3</sup> suivant les quantités d'eau disponibles

L'élevage à terre en bassins : Les truites, les saumons durant leur phase de vie en eau douce, les turbots, parfois les bars et les daurades sont produits dans des bassins en terre ou en béton sur la terre ferme. Les bassins, circulaires ou rectangulaires (race-ways), sont alimentés en eau soit par des dérivations de rivières proches ou non de sources, soit par des eaux de forage, soit par des pompages en mer, en lagunes littorales ou en estuaire. Les paramètres physico chimiques de l'eau sont contrôlés; en particulier la concentration en oxygène qui peut être ajustée par des systèmes de cascades permettant l'aération de l'eau ou par addition d'oxygène pur. Généralement, l'eau provenant des bassins d'élevage est ensuite déversée hors de la ferme après usage et le plus souvent filtration des particules organiques.

Il existe aussi des systèmes d'élevage à recirculation. Il s'agit de systèmes semi-fermés dont l'eau usagée des bassins d'élevage, au lieu d'être déversée dans le milieu naturel, est réutilisée après recyclage. Le recyclage comprend le plus souvent une filtration

mécanique et biologique (nitrification), un traitement UV et une injection d'oxygène. Il peut être complété par un dégazage de CO<sub>2</sub>, un procédé de correction du pH et par un traitement à l'ozone. Dans les cas les plus extrêmes, on peut également ajouter un procédé de dénitrification. Ce principe est apparu dans les années 1950 au Japon et a été expérimenté en Europe dans les années 1970. Son utilisation commerciale pour le grossissement a commencé aux Pays-Bas, au Danemark et en Allemagne au début des années 1980. En raison de la demande pressante d'une utilisation moindre et plus efficace de l'eau, de la limitation des sites disponibles et des exigences de la législation environnementale, cette technique pourrait se développer dans le futur. Il y a des exemples de succès économiques de ces systèmes pour des élevages d'anguilles et de poissons chats. Néanmoins, ils sont fondés sur un concept d'énergie électrique bon marché ; il faudra donc de substantielles améliorations de leur performance pour qu'ils restent compétitifs par rapport aux autres systèmes de production, qui font, eux aussi, d'importants progrès. Cela sera possible en améliorant le traitement de l'eau, l'efficacité des filtres et la compétence de gestion par les éleveurs. Des études sur ces systèmes sont actuellement en cours en Europe du Nord et en France dans le cadre de programmes européens.

A l'heure actuelle, ces systèmes d'élevage à recirculation sont principalement utilisés en Europe pour la gestion des reproducteurs et la production de jeunes stades de poissons marins, où ils sont économiquement rentables. Leur intérêt réside essentiellement dans le contrôle et la stabilité de la qualité de l'eau ainsi que la prévention sanitaire contre certains pathogènes.

L'élevage en cages: Les poissons marins (saumon en phase marine, bar, daurade...) peuvent être élevés en enclos marins flottants comme des cages en filet. Initialement, les cages étaient placées dans des sites bien protégés, en eaux calmes. Vu le peu de sites répondant à ces critères et en raison d'offensives de certains défenseurs de l'environnement et de compétitions avec le tourisme, l'élevage en cages se développe aujourd'hui dans des sites plus exposés. Ces derniers présentent des caractéristiques de profondeur et de courant favorables à la dispersion des rejets biologiques issus des élevages, par contre ils nécessitent un équipement plus robuste pour résister aux conditions hydrodynamiques plus difficiles. Si l'exploitation de zones marines plus éloignées des côtes devait se développer, c'est l'ensemble du système infrastructure d'élevage et de poissons (espèces et tailles) qui devrait être adapté pour correspondre aux conditions environnementales particulières comme de fortes pressions hydrostatiques. L'éloignement des côtes sur des sites exposés et de grande profondeur (supérieure à 50 m), la submersibilité des cages sont autant de contraintes zootechniques et économiques qui nécessiteraient un changement d'échelle significatif du système de production (taille des structures et taille de l'entreprise). Néanmoins, ce mode de production pourrait être à terme une solution pour la pisciculture marine en France.

### ***L'alimentation***

Lors des débuts de la pisciculture, les poissons étaient alimentés avec des poissons fourrage ou des déchets de pêche et de conserveries pour mimer l'alimentation en milieu naturel. Cette pratique, qui génère une quantité importante de déchets, n'était compatible ni avec une intensification de la pisciculture, ni avec le respect de l'environnement. Or, l'accumulation de déchets dans l'environnement nuit en premier lieu au poisson qui diminue sa consommation alimentaire, et par conséquent sa

croissance, lorsque les conditions physico-chimiques du milieu ne sont pas favorables. La fabrication d'aliments composés sous forme de granulés a permis de franchir une première étape dans l'alimentation des poissons. On a pu ainsi progresser dans la connaissance des besoins nutritionnels et des capacités digestives et métaboliques des différentes espèces.

La plupart des espèces élevées en Europe ont des besoins élevés en protéines (30 % pour la carpe jusqu'à 55% de la ration pour le turbot). Ce besoin élevé (en comparaison des autres animaux d'élevage, 20% maximum pour le poulet par exemple) est lié au fait qu'une partie des protéines apportées par l'aliment est utilisée par le poisson pour couvrir ses besoins énergétiques. La stratégie adoptée pour épargner les protéines alimentaires et ainsi réduire la production de déchets azotés polluants a été d'augmenter les autres sources d'énergie de l'aliment. Comme la plupart des espèces élevées en Europe utilisent les sources glucidiques de façon peu efficace, l'apport supplémentaire d'énergie a été réalisé par adjonction de lipides. A titre d'exemple, le taux protéique de l'aliment des saumons est passé de plus de 50% à 40 % au cours des 20 dernières années, la teneur en lipides s'est accrue de 10 à 35 voire 40%. Pour obtenir des aliments à haute teneur en graisses de texture compatible avec un séjour dans l'eau sans dissolution immédiate, il a fallu recourir à la technique d'extrusion. Il s'agit de traitements thermiques associés à des conditions de pression et d'humidité qui modifient la structure des molécules et permettent l'adsorption des graisses. La modification de la structure conduit aussi à une amélioration de la digestibilité des ingrédients alimentaires car l'accès des enzymes digestives à leur substrat est facilitée. Ces aliments à haute énergie digestible ont permis d'améliorer considérablement l'efficacité alimentaire (kg d'aliment sec ingéré/biomasse produite) qui est de l'ordre de 0,8 pour la truite portion, 1 à 1,5 pour les salmonidés de grande taille et 1,5 à 1,8 pour le bar et la daurade.

La source majoritaire de protéines dans les aliments pour poisson est la farine de poissons, car elle est riche en protéines (jusqu'à 70%) et son profil en acides aminés est idéal pour couvrir les besoins des poissons. La farine de poissons est fabriquée à partir des captures de pêche minotière, l'aquaculture est donc très dépendante de la pêche et puise dans les ressources naturelles marines. La production de farine de poissons ne pourra pas dépasser les 30 millions de tonnes actuels par an, or l'aquaculture continue à se développer et s'intensifier. Il faut donc trouver des substituts efficaces aux farines de poissons. Des essais concluants avaient été conduits dans les années 70-80 à partir de déchets d'abattoir (farine de sang en particulier). Depuis l'arrêté du 15 novembre 2000 du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP), l'utilisation de farines issues d'animaux terrestres est interdite pour l'alimentation des poissons d'élevage en France. Des recherches sont conduites pour remplacer la farine de poissons par des sources protéiques végétales. Les aliments commerciaux actuels en contiennent déjà 30 à 40 % en moyenne. Les principaux freins sont la présence de facteurs anti-nutritionnels, la faible teneur en protéines et le profil en acides aminés des matières premières végétales. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le soja mais il s'agit d'une production majoritairement nord américaine et suspectée d'être génétiquement modifiée (OGM). Des progrès conséquents ont été récemment obtenus dans le cadre d'un programme européen concernant la truite et la daurade en combinant les protéines de différentes sources végétales (gluten de blé, de maïs, pois, lupin, colza...): il est maintenant possible de remplacer 75% de la farine de poissons par un mélange de céréales et protéagineux sans altérer la croissance, le métabolisme et le système immunitaire des animaux ni les qualités organoleptiques et nutritionnelles de leur chair. L'utilisation

d'algues ou de bactéries comme sources de protéines est aussi explorée mais avec peu de succès jusqu'à présent.

Outre les protéines, les poissons ont besoin pour leur développement et leur croissance, de vitamines, de minéraux et d'acides gras essentiels. Il s'agit d'acides gras longs (à partir de 18 carbones) polyinsaturés (au moins 2 doubles liaisons) le plus souvent de la série n-3 (première double liaison située sur le 3<sup>ème</sup> carbone) qui constituent notamment les membranes cellulaires. La plupart des espèces ont de très faibles capacités à allonger et désaturer les chaînes d'acides gras à partir de l'acide linoléique (C18:3, n-3). Il faut donc que l'aliment distribué au poisson contienne ces acides gras essentiels mais leur source naturelle est l'huile de poisson dont la ressource mondiale est encore plus limitée que la farine de poisson. D'après les recherches conduites sur ce sujet, les besoins en acides gras longs polyinsaturés des poissons sont faibles (de l'ordre de 1% de la ration) et à partir du moment où ces besoins sont couverts, l'huile de poisson peut être remplacée par des huiles végétales telles que huiles de lin, de palme, de soja, de tournesol ou de colza seules ou en mélange sans altérer la croissance et le métabolisme des poissons. En revanche la qualité nutritionnelle de la chair des poissons qui est liée à sa richesse en acides gras longs polyinsaturés n-3 est fortement altérée car la composition en acides gras de la chair reflète la composition en acides gras du régime alimentaire. La solution actuellement préconisée pour épargner les stocks d'huile de poisson tout en préservant la valeur diététique de la chair est de recourir à une alimentation à base d'huile de poisson en fin de cycle d'élevage, afin de restaurer un profil en acides gras caractéristique des poissons. Cette proposition a du mal à être adoptée par les pisciculteurs car elle implique une gestion plus complexe des stocks de poissons avant abattage et nécessite d'avoir plusieurs silos pour stocker différents types d'aliments. Pourtant, le maintien de la richesse en acides gras longs polyinsaturés n-3 des poissons est important pour la santé humaine car ces composés lipidiques interviennent notamment dans la prévention contre les maladies cardiovasculaires.

### ***Cas des poissons à croissance rapide***

Les espèces de poissons élevées jusqu'à présent présentent une croissance lente, quelques centaines de grammes à 1 kg par an (cas du loup, de la daurade, du turbot) ou moyenne, 1 à 2 kg par an (cas du saumon, de l'ombrine, de la truite). Des espèces à croissance rapide intéressent de plus en plus les éleveurs en France (métropole ou Dom-Tom) comme ailleurs dans le monde : c'est le cas du silure triploïde, du cobia, du thon, qui ont une croissance de plusieurs kg par an.

La rapidité de croissance et le poids du produit marchand représentent deux catégories d'avantages spécifiques du point de vue économique. En effet la rapidité de croissance permet de raccourcir le cycle de production avec une meilleure productivité de l'investissement et du personnel. Le poids du produit commercialisable permet de diminuer très significativement le poids économique de la phase éclosion par kg de poisson produit et surtout de mieux servir la demande du marché grâce à la possibilité de diversifier les produits proposés après transformation (découpe, préparation culinaire, plat cuisinés...) avec en général une meilleure valorisation de la chair.

Il faut remarquer que dans la plupart des cas une espèce à croissance rapide est maintenue en élevage pendant la même durée qu'une espèce à croissance lente. Citons à titre d'exemple : 2 années d'élevage en cage pour le bar ou la daurade pour des animaux

de 350-500g taille marchande et 2 années dans le cas de l'ombrine pour des individus de 3 à 5 kg. Dans ce cas, c'est davantage le poids atteint au terme de l'élevage que la croissance rapide qui présente un intérêt pour la productivité des infrastructures et du personnel.

### **Maîtrise de la santé dans les élevages piscicoles**

La maîtrise de l'élevage piscicole passe par la gestion de la santé des poissons. Les problèmes sanitaires peuvent en effet conduire à des préjudices économiques sérieux mettant en jeu la viabilité de l'entreprise de production.

Les poissons peuvent être atteints par différentes maladies. Certaines sont classées parmi les maladies réputées légalement contagieuses et sont soumises à déclaration: Septicémie Hémorragique Virale (SHV), Nécrose Hématopoïétique Infectieuse (NHI), Nécrose Pancréatique Infectieuse (NPI) touchant en particulier les salmonidés en eau douce. La nodaviriose s'observe chez le bar en mer. Les maladies bactériennes (yersiniose, flavobactériose, furunculose, vibriose, pasteurellose....) sont induites pour la plupart par des bactéries à Gram négatif avec la possibilité pour certaines d'entre elles de se retrouver tant en eau douce qu'en eau de mer. Rares il y a encore vingt ans, les maladies bactériennes à Gram positif sont aujourd'hui présentes et parfois très préjudiciables (lactococcose, streptococcose, rénobactériose). Enfin, les maladies parasitaires et fongiques sont aussi présentes notamment en externe au stade œufs et alevins (saprolégniose...) mais aussi à des stades plus âgés au niveau interne (tétracapsuloïdose...). Le cortège de bioagresseurs observé chez les poissons ne cesse de s'accroître, favorisé par le caractère intensif de la production, la diversification et les variations climatiques (étés chauds, sécheresse). En effet de fortes variations des facteurs de l'environnement ainsi que les manipulations (tris) sont des sources de stress pour les poissons et les rendent plus sensibles à des pathogènes présents dans l'eau

En matière de gestion sanitaire, les pisciculteurs ont su fédérer leurs efforts de prévention de maladies dans les groupements de défense sanitaire dont la dynamique se fait sentir dans les principaux bassins producteurs. La gestion sanitaire (conseils et interventions) fait appel à des vétérinaires libéraux, salariés de groupements de producteurs ou de fournisseurs d'aliments piscicoles. Le MAP dispose d'un réseau de treize experts aquacoles régionaux. Enfin, sept laboratoires vétérinaires départementaux sont agréés pour la recherche des agents de la NHI et de la SHV. L'Ifremer Brest est le laboratoire de référence pour les maladies réputées contagieuses mais son activité devrait être arrêtée très prochainement.

Des pratiques d'élevage appropriées permettent de lutter contre le développement de pathologies. Malgré la difficulté à maîtriser la qualité de l'eau d'entrée des élevages, les mesures d'hygiène systématiques, la diminution des densités, la séparation des adultes et des juvéniles sur des sites différents, l'apport d'oxygène, le rationnement (parfois la mise à jeun) adapté aux conditions environnementales permet une certaine prévention des maladies. Pratiquée uniquement contre les maladies bactériennes, la vaccination souffre de la faible disponibilité de vaccins qui ne permet pas de couvrir l'ensemble des bactérioses observées. La chimiothérapie (désinfectants, antibiotiques et antiparasitaires) demeure donc la méthode de lutte la plus utilisée contre les agents pathogènes. Leur usage est encadré réglementairement.

### ***L'emploi des antibiotiques en pisciculture et impact environnemental***

Cinq antibiotiques (oxytétracycline, acide oxolinique, fluméquine, Sulfadiazine, Triméthoprime) sont aujourd'hui commercialisés en France selon des spécialités ayant reçu une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) pour les poissons en élevage pour des indications de bactérioses. Leur prescription est encadrée par de nombreux textes réglementaires et des contrôles sont réalisés par la DGAL. Ces antibiotiques sont le plus souvent administrés par voie orale sous forme de pré-mélanges médicamenteux en enrobage ou intégrés à l'aliment lors de sa fabrication. Pour préserver le consommateur, un temps d'attente (minimum 500 degrés-jours) entre l'administration du médicament et la commercialisation du produit, est fixé pour les différentes molécules. Il dépend de la température de l'eau, de l'espèce, de la taille du poisson et de l'alimentation.

Les quantités d'antibiotiques vendus pour usage piscicole en France entre 1999 et 2002 sont de 5 à 7 tonnes annuelles, soit 0,5% des quantités totales d'antibiotiques vendus en France à des fins vétérinaires. En fait, entre 70 et 80% de la quantité administrée sont éliminés dans le milieu d'élevage du fait de la faible biodisponibilité orale de ces molécules (20 à 30%) et du lessivage des aliments médicamenteux non ingérés. Une fois émises hors de l'élevage, ces molécules se retrouvent dans la circulation générale (cours d'eau, dynamique littorale en milieu marin...) ou dans les sédiments quand elles sont associées aux solides. Les concentrations atteintes dans l'environnement dépendent des facteurs de dilution, de dégradation et de persistance (phénomène important dans les sédiments). Certains antibiotiques peuvent s'accumuler chez des végétaux aquatiques tels les mousses de rivière. La toxicité de ces molécules est faible pour les eucaryotes et les métazoaires. Elle est élevée pour les procaryotes et, par évidence, pour les bactéries qui sont leurs organismes cibles.

Les résistances bactériennes aux antibiotiques fréquemment observées dans l'environnement des piscicultures résultent surtout de l'apport de bactéries sélectionnées dans l'élevage traité ou / et de la sélection *in situ* quand les concentrations sont suffisantes pour la permettre. Par ailleurs, l'acquisition d'une résistance à un antibiotique donné peut s'accompagner d'une résistance à un ou plusieurs autres antibiotiques sans que la bactérie ait été à leur contact. Ce phénomène est lié à la présence fréquente de plusieurs gènes de résistance sur un même plasmide (ADN extra-chromosomique transmissible entre bactéries). Par un phénomène de co-sélection, l'amplification et la dissémination interspécifique d'un tel plasmide de multi-résistance seront favorisées par n'importe lequel des antibiotiques dont la résistance est codée par le plasmide.

Ce phénomène de bactéries ichtyopathogènes antibiorésistantes est préoccupant non seulement pour la santé animale mais aussi pour la santé publique. En effet, la possibilité de transfert de gène(s) d'antibiorésistance d'une bactérie de l'environnement aquatique à un pathogène humain ne peut pas être exclue. Aussi, la diminution de l'emploi d'antibiotiques est-elle une nécessité absolue pour améliorer l'image de la production aquacole. Les norvégiens ont réussi à réduire très fortement les quantités d'antibiotiques utilisés en pisciculture (716 kg d'antibiotiques en 2003 pour une production de 700 000 tonnes de salmonidés soit 2% des quantités utilisées en 1987). Cette diminution substantielle est due à des mesures de prévention : utilisation de vaccins, sélection de sites d'élevage optimaux, amélioration des conditions d'hygiène des fermes, anesthésie des poissons pour limiter leur stress lors des manipulations (tris, pesées). En France, des efforts sont déployés par la profession pour améliorer les

conditions d'élevage: le CIPA vient, avec l'appui du MAP, d'éditer un guide des bonnes pratiques d'élevage piscicole. La vaccination peut aussi constituer une mesure préventive efficace mais il y a actuellement peu de vaccins disponibles sur le marché français et souvent à un prix élevé du fait de la petite taille de la filière. Les espoirs pour réduire l'emploi d'antibiotiques en aquaculture reposent d'une part sur la recherche de probiotiques, d'autre part sur la sélection d'animaux résistants aux stress et/ou aux pathogènes.

### **Bien-être des poissons en élevage**

La notion de bien-être est apparue depuis quelques années pour les élevages de poissons. Elle a été développée d'une part dans un souci d'éthique vis à vis des animaux, mais aussi dans le but d'améliorer la qualité et l'image des produits pour le consommateur. Le respect de certaines conditions d'élevage contribue à limiter le développement de maladies et à favoriser la croissance des animaux comme le respect de normes d'abattage permet d'optimiser la qualité des produits. Chez les poissons, les indicateurs de bien-être actuellement acceptés sont la croissance, l'apparence extérieure et le taux de cortisol, indicateur d'un stress aigu. Parmi les caractères liés à l'apparence extérieure, l'usure de la nageoire pectorale peut révéler un mal-être. On peut penser intuitivement que la densité d'élevage est un paramètre important du bien être, mais des études ont montré qu'il n'y a pas de corrélation linéaire entre densité et état de l'animal. Des truites élevées à 30kg/m<sup>3</sup> ou 100kg/m<sup>3</sup> ne montrent pas d'usure différente de la nageoire pectorale. En effet, d'importantes relations sociales régissent les groupes de poissons, leur comportement alimentaire, et des densités d'élevage insuffisantes peuvent aussi faire apparaître des signes de mal-être. Par contre, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et en particulier le taux d'oxygène agissent sur l'état physiologique global et les indicateurs de bien-être.

Des normes sont en cours d'élaboration au niveau européen pour l'abattage des poissons. Actuellement, l'abattage par refroidissement, électrocution ou percussion est admis. Un abattage dans de mauvaises conditions (asphyxie) peut entraîner l'apparition de défauts physiques comme le gaping (séparation des myotomes provoquant une fissure du filet) et des modifications biochimiques (pH et activation de certaines enzymes post-mortem), ayant des répercussions sur la qualité organoleptique et nutritionnelle du filet. Une alimentation enrichie en certaines vitamines, comme l'acide ascorbique (vitamine C) et l'alpha-tocopherol (vitamine E) peut être utilisée pour limiter ces réactions négatives post-mortem, et augmenter la durée de conservation des filets, en limitant les phénomènes d'oxydation.

### **Niveau de domestication des espèces et conséquences**

Lorsqu'on examine les espèces choisies pour l'élevage en Europe, on est obligé de constater que leur valeur marchande et leur aptitude à vivre dans les conditions thermiques des eaux européennes ont prévalu sur d'autres critères d'aptitude à la domestication tels que les besoins en protéines ou l'aptitude à se reproduire spontanément en élevage. Comme indiqué précédemment, les principales espèces élevées en France et en Europe doivent être reproduites artificiellement, ont des besoins élevés en protéines, nécessitent l'apport d'acides gras d'origine marine, etc..., autant de caractéristiques qui ne sont pas favorables à la domestication rapide. Cependant, des

progrès ont été constatés en terme de croissance au fil des générations. Il faut maintenant moins de 12 mois pour produire une truite portion contre environ 15 mois il y a 25 ans, 24 mois pour une truite de 4 à 5 kg. Par contre il faut encore 18 mois pour produire un turbot de 800g, et 24 mois pour un bar de 400 g. Les progrès sont dus non seulement à l'optimisation des conditions d'élevage et d'alimentation, aux traitements sanitaires et à la sélection génétique "volontaire" mais également à l'évolution des individus. Il existe vraisemblablement des réserves de variabilité génétique chez les poissons pour permettre une meilleure adaptation aux conditions physico chimiques, aux structures et aux techniques d'élevage ce qui laisse espérer une marge de progression encore importante.

En effet, si l'on excepte la carpe, domestiquée depuis plusieurs siècles et pour laquelle les formes sauvages d'origine européenne ont quasiment disparu, la plupart des espèces de poissons élevés sont encore très proches de l'état sauvage. Dans de nombreux cas (poissons marins en particulier, bar, daurade, turbot) les géniteurs utilisés en pisciculture sont d'ailleurs prélevés dans le milieu naturel. Lorsque les stocks d'élevage sont fermés, c'est-à-dire sans apport de géniteurs du milieu naturel, une sélection involontaire de domestication est observée d'autant plus que les conditions d'élevage sont différentes de celles du milieu naturel. Ainsi d'après des études conduites chez le saumon, près d'un tiers du gain de croissance obtenu serait dû à la sélection involontaire.

Les nombreuses études comparant des souches domestiquées aux souches sauvages ont mis en évidence des différences de comportement. Les poissons s'adaptent à l'élevage par sélection de comportements favorables : accès rapide à la nourriture qui leur permet une meilleure croissance, diminution du niveau de stress, comportement plus confiant vis-à-vis des interventions extérieures, accompagnée d'une régression des caractères utiles en milieu naturel mais non en élevage comme la fuite devant un prédateur ou l'aptitude à se reproduire en compétition avec d'autres.

Par ailleurs, la domestication a induit des caractéristiques pouvant être négatives pour le consommateur : l'engraissement observé chez le saumon d'élevage est lié à l'augmentation de la vitesse de croissance dues aux pratiques d'élevage, à la sélection génétique et à l'alimentation (taux élevé de lipides). Pour corriger ce défaut, des stratégies complémentaires sont mises en œuvre, telles que la sélection sur la teneur et la répartition des lipides et l'alimentation de finition à faible teneur en lipides.

### **Amélioration génétique**

Sélection génétique de critères d'intérêt zootechnique : Le premier caractère retenu pour la sélection génétique a été la croissance. Les études d'évaluation de la variabilité et de l'héritabilité de ce caractère d'intérêt zootechnique ont débuté simultanément sur la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique dans différents pays européens dont la France au milieu des années 70. Chez le saumon atlantique en Norvège, un vaste programme de comparaison des souches sauvages a permis de choisir les plus performantes, ce qui n'a pas été possible en France pour la truite arc-en-ciel, du fait de l'absence de populations sources sauvages. La petite taille des poissons à l'éclosion rend impossible tout marquage précoce et rend donc difficile l'accès à l'information généalogique, essentielle pour les schémas d'amélioration développés chez les animaux terrestres. Il a fallu recourir à d'autres stratégies. La sélection familiale (choix des meilleures familles) a été appliquée chez le saumon en Norvège. Onéreuse car elle nécessite de nombreux bassins

pour élever simultanément un grand nombre de familles (de 150 à 400), elle est théoriquement précise, permet facilement une sélection multi caractères, y compris sur des caractères létaux (nécessitant l'abattage du poisson comme le rendement en filet ou la couleur de la chair), et permet également de gérer la consanguinité. La taille limitée de la filière française et la lourdeur de ces programmes de sélection de type généalogique ont conduit les pisciculteurs français à investir dans des programmes de sélection individuelle, dont une version optimisée, baptisée "PROSPER" (**P**rogramme de sélection **p**ar **é**preuves **r**épétées), a montré chez la truite commune des gains comparables à ceux des programmes norvégiens (croissance x 2 en 4 générations). Basée sur les performances des individus, elle est simple et relativement peu onéreuse mais engendre des risques de consanguinité si elle est mal gérée, et ne permet pas de sélectionner facilement sur des caractères létaux.

On s'oriente maintenant vers des schémas de sélection basés à la fois sur les performances des individus d'une même génération et sur celles de leurs ancêtres grâce aux progrès de la génétique moléculaire (empreintes génétiques par marqueurs microsatellites), qui permet pour un coût relativement modique (10-15 €/individu en 2005), d'identifier les parents d'un individu sans avoir besoin d'élever séparément des familles. Pour permettre une sélection sur des caractères létaux sans avoir à recourir à la sélection familiale, on développe de plus en plus des critères indirects permettant une mesure sur le poisson vivant : mesure du gras musculaire par absorption de micro-ondes (FatMeter), du rendement au filetage par échographie ou de la résistance à la Septicémie Hémorragique Virale par l'estimation *in vitro* de la croissance virale sur un explant de nageoire.

Dans le cas de caractères particulièrement difficiles à mesurer comme la sensibilité au stress et aux maladies, l'efficacité alimentaire ou l'aptitude à utiliser des matières premières d'origine végétale, la combinaison de la sélection classique et des approches moléculaires telles que QTL (quantitative trait loci, marqueurs liés à une région du génome ayant un effet fort sur le caractère d'intérêt) et gènes candidats (gènes dont on suppose, sur la base des connaissances acquises, qu'ils peuvent avoir un impact fort sur le caractère) devrait permettre la sélection de nouvelles souches dont l'élevage serait économiquement plus performant tout en restant compatible avec le bien-être et la santé des poissons. Cependant, l'application pratique en routine de ces méthodes dans le cadre de programmes de sélection privés ne sera possible qu'à moyen, voire long terme.

Production de populations monosex femelles : Comme indiqué précédemment, la production française et européenne s'est diversifiée vers des produits de grande taille qui permettent la commercialisation sous forme de filets notamment, plus faciles à préparer et débarrassés des arêtes. Le poids d'abattage est dans ce cas généralement atteint après la maturation sexuelle des mâles, qui se produit dès la première année, soit 1 an avant les femelles. La maturation sexuelle se traduit par une réduction de la teneur en lipides et en pigments de la chair des salmonidés, une baisse de l'efficacité alimentaire et une fragilisation des animaux qui augmente leur sensibilité aux agents pathogènes. Dans ce cadre, la sélection de lignées à maturation tardive paraissait intéressante. Elle est pratiquée pour le saumon en Norvège mais n'a pas été développée pour la truite en France en raison de la corrélation négative sur la croissance qui va à l'encontre de la sélection sur ce critère, et de l'allongement de l'intervalle de génération qu'elle implique (défavorable à un gain de sélection rapide sur d'autres caractères). L'INRA a mis au point puis transféré via le Sysaaf un protocole de production de populations 100% femelles qui combine l'élimination du chromosome Y et l'inversion sexuelle de jeunes

femelles XX par administration orale d'hormones masculinisantes au stade alevin. Le sperme est inactivé par irradiation aux UV, puis utilisé pour activer, sans fécondation (et donc sans apporter de chromosome Y), les oeufs qui ne portent que des chromosomes X. Un choc hyperbare appliqué après la fécondation avec le sperme irradié provoque la rétention du globule polaire et permet d'obtenir des animaux gynogénétiques femelles XX. Une partie des animaux ainsi obtenue est ensuite traitée par la méthyltestostérone (3 mg/kg d'aliment pendant 600° jours) pour masculiniser les femelles et obtenir des néomâles (animaux de génotype femelle XX possédant des testicules fonctionnels). La reproduction de femelles avec le sperme de ces néomâles donne une population entièrement femelle, dont on peut à nouveau masculiniser une partie pour assurer le renouvellement du stock de néomâles sans passer par l'étape de gynogenèse.

Bien que la croissance des femelles ainsi obtenues soit de 10% plus faible que celle des mâles, cette technique est appliquée à près de 90% de la production française de truites pour s'affranchir de la variabilité de poids dans les populations durant la première année d'élevage. Les élevages pratiquant cette inversion le font, selon la directive européenne 96/22/CE du 29/04/1996, sous le contrôle de leur direction des services vétérinaires. Les quelques reproducteurs traités pour inversion hormonale du sexe sont marqués de façon pérenne ; leurs carcasses sont éliminées par équarrissage pour qu'ils ne soient pas mis sur le marché pour la consommation humaine. Des travaux de recherche sont en cours pour évaluer l'importance du dimorphisme sexuel et tenter d'obtenir des populations monosexue chez le turbot, le bar, l'omble de fontaine et le silure.

Stérilisation par triploïdisation : Les femelles de salmonidés débutent leur phase de maturation sexuelle durant la deuxième année d'élevage avec les mêmes effets négatifs évoqués ci-dessus pour les mâles. La diversification de la production vers des truites de poids supérieur à 2 kg destinées à la transformation n'a pu se développer que grâce à la mise au point d'une technique efficace de stérilisation des femelles par triploïdisation. Comme chez les reptiles, amphibiens, mollusques, crustacés, il est possible de produire des poissons triploïdes viables avec 2 lots de chromosomes d'origine maternelle et un d'origine paternelle. La méthode consiste à faire subir aux oeufs quelques minutes après la fécondation, un choc de température (chaud) ou un choc de pression (traitement hyperbare) qui inhibe l'expulsion du deuxième globule polaire. La triploïdisation permet de commercialiser des poissons immatures de grande taille, à l'instar des castrations pratiquées en production porcine ou bovine. Bien que les femelles triploïdes aient un taux de croissance inférieur de 10% aux femelles diploïdes, cette technique est adoptée pour toute la production de truites destinées au fumage ; la ploïdie est contrôlée par cytométrie de flux car les méthodes ne sont pas efficaces à 100%. Rappelons que les individus triploïdes ne sont pas des OGM, et existent dans les populations naturelles à des taux de quelques %. De plus la stérilisation par triploïdisation est recommandée par diverses organisations non gouvernementales pour empêcher la « pollution génétique » des populations sauvages par des individus échappés des élevages. Des méthodes encore plus efficaces de stérilisation sont à l'étude.

Les poissons OGM : La production de poissons d'élevage génétiquement modifiés (GM) n'est actuellement pas autorisée en France. Des poissons d'ornement GM sont commercialisés dans certains pays asiatiques et aux USA. Pour l'instant, aucun poisson d'élevage génétiquement modifié n'a reçu d'autorisation de mise sur le marché dans le monde. Cependant, des poissons transgéniques ont déjà été obtenus comme par exemple en Amérique du Nord des saumons dont le gène de l'hormone de croissance est

surexprimé. La principale réserve repose non pas sur les risques pour la consommation humaine (encore que le public semble massivement opposé, dans la majorité des pays, à la consommation de poissons GM), mais sur la crainte des risques environnementaux potentiels : i) transmission du transgène à une nouvelle génération de poissons dont la capacité de reproduction pourrait être modifiée, soit à la hausse, soit à la baisse, selon le gène introduit et l'espèce de poisson; ces effets pourraient menacer la survie des populations sauvages, voire de l'espèce ; ii) concurrence inégale pour les ressources alimentaires, les saumons à croissance rapide pourraient entrer en concurrence avec les poissons non transgéniques et s'accaparer les ressources alimentaires et les lieux de reproduction mais s'exposeraient ainsi aux prédateurs.

Pour évaluer les impacts environnementaux de chaque lignée transgénique en conditions naturelles, il faudrait relâcher les poissons GM dans la nature, risque que personne n'est prêt à assumer aujourd'hui. Devant ce problème, on ne peut que préconiser des mesures de précaution très fortes, à savoir:

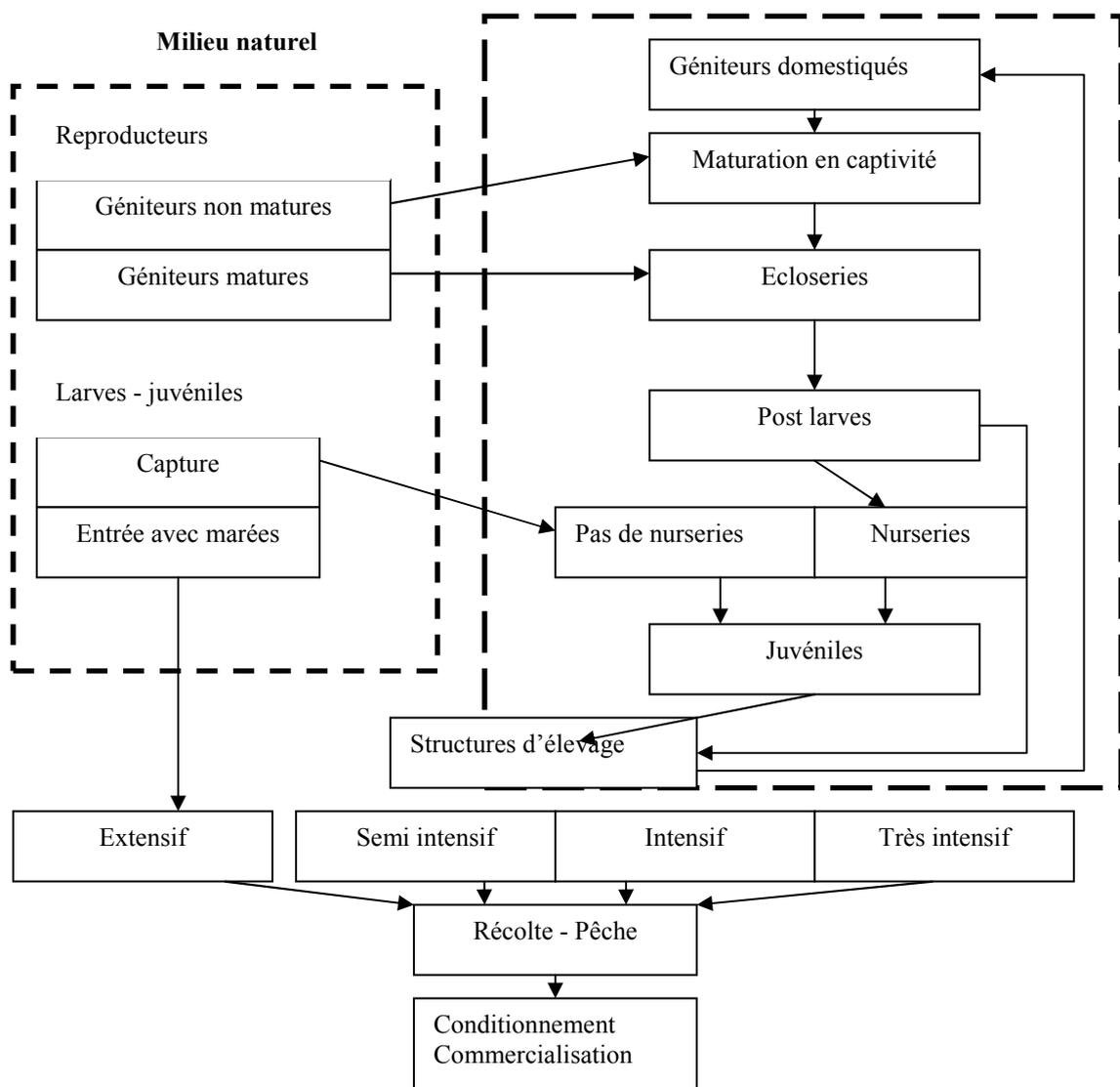
- limiter l'élevage à des installations qui n'offrent aucune possibilité de fuite dans le milieu aquatique naturel (circuit fermé équipé d'un broyeur en sortie par exemple),
- utiliser des femelles stériles, la stérilisation des mâles n'étant pas aussi efficace que celle des femelles.

Enfin, comme pour tous les OGM, la question de base pour juger de leur acceptabilité est le bénéfice réel que pourraient retirer de leur utilisation aussi bien les producteurs que les consommateurs.

### **2.1.2.3 Aquaculture : Crevettes**

#### ***Schéma général des différentes étapes techniques de l'élevage de crevettes***

##### **Domestication**



### ***Les grandes étapes historiques de l'aquaculture de crevettes au niveau mondial***

- ✓ Peu d'évolutions jusqu'aux années 70. L'élevage est extensif avec utilisation de larves et juvéniles sauvages entrant naturellement dans le bassin situé dans la zone de marées et élevés sans apport d'aliments, principalement en Asie du sud est et en Méditerranée ;
- ✓ Introduction progressive du pompage, construction de bassins au dessus de la zone de marées et toujours utilisation de larves et juvéniles sauvages ; (technique encore utilisée en Asie du sud est) ;
- ✓ Maîtrise de la reproduction dans les années 1975-1980 (utilisation des travaux de Hudinaga en 1935-42) à partir de reproducteurs sauvages matures et premiers élevages larvaires en eau verte à faible densité ;

- ✓ Induction de la maturation de géniteurs immatures et élevages larvaires en eau claire à fortes densités. Construction des premières écloseries industrielles au début des années 80 ;
- ✓ Intensification des techniques d'élevage grâce à la disponibilité en post larves et juvéniles issus d'écloseries mais aussi de l'évolution du savoir faire et des techniques ;
- ✓ Mondialisation de la production de crevettes d'aquaculture. L'Asie du sud-est, l'Inde et la Chine sont les principaux producteurs suivis par l'Amérique latine. Le Moyen-Orient et l'Afrique commencent à participer également à la production mondiale ;
- ✓ Mondialisation des pathologies liées à l'intensification, à la multiplication des structures d'élevage et au transfert d'animaux (principalement maladies virales) ;
- ✓ Apparition des contraintes environnementales et zoosanitaires (respect du littoral, de la mangrove, limitation des rejets, limitation des transferts d'animaux, stocks domestiqués et garantis sans pathogènes connus) ;
- ✓ Apparition des contraintes de qualité tant au niveau du système de production qu'au niveau du produit (disparition progressive de l'utilisation des antibiotiques et des farines d'origine animale terrestres, contrôles bactériens, respect de la chaîne du froid, normes des processus de conditionnement) ; limitation de l'usage des protéines d'origine animale marine ;
- ✓ Optimisation des pratiques culturales pour limiter les coûts de production face à une baisse des prix d'achat.

### ***Les techniques de reproduction et d'écloserie dans le monde***

Basée à l'origine sur des pratiques très extensives (entrée et « piégeage » de jeunes crevettes dans les lagunes côtières), l'aquaculture de la crevette a été progressivement confrontée à la nécessité de mieux contrôler les différentes étapes de l'élevage. Cette nécessité s'applique en premier lieu au contrôle de la reproduction afin de s'affranchir des côtés aléatoires et saisonniers de la capture de postlarves et juvéniles dans le milieu naturel.

Dans le cas particulier du domaine maritime français (sauf Guyane), l'absence de populations sauvages de crevettes a accéléré la mise au point de techniques de domestication permettant de s'affranchir de la contrainte « fourniture de larves ». La France est restée longtemps novatrice dans le domaine de la reproduction et de l'élevage larvaire des crevettes. Cependant elle est maintenant dépassée par les réalisations des pays grands producteurs qui disposent de moyens leur permettant de multiplier les innovations.

La tendance générale mondiale en matière de reproduction et d'élevage larvaire est vers :

- a) **l'utilisation de géniteurs captifs et non sauvages.** Cette tendance est accélérée par la présence de maladies dans la plupart des populations sauvages. Les crevettes sont élevées dans des conditions de plus en plus contrôlées (bassins en terre de petites dimensions, bassins en liner, enceintes sous serre...) afin d'assurer les meilleures conditions d'élevage (températures, alimentation, protection contre les prédateurs, contre les pathogènes...) qui, à leur tour,

garantiront la qualité des géniteurs et des larves qui en seront issues. Cette utilisation de géniteurs captifs a également pour avantage de diminuer la pression des captures de géniteurs dans le milieu naturel et de permettre la domestication des stocks avec la possibilité de travailler sur l'amélioration de ceux-ci.

- b) **la constitution de stocks indemnes de pathogènes.** Non seulement les crevettes élevées sont protégées contre les pathogènes de l'environnement, mais on utilise les techniques de diagnostics en biologie moléculaire pour s'assurer que les animaux qui se reproduisent et leur descendance ne sont pas porteurs de maladies connues. Ces crevettes « saines » ont montré, au moins pour l'espèce *Litopenaeus vannamei*, des performances en élevage supérieures à celles des crevettes potentiellement porteuses de maladies.
- c) **la recherche de pratiques zootechniques évitant l'ablation d'un œil pour induire le développement des gonades et la ponte.** Le « forçage » par pédonculation unilatérale de la maturation (principalement chez les femelles) est une pratique presque universelle pour diminuer l'action des glandes inhibitrices de la maturation et obtenir un maximum de pontes en un court laps de temps. Cependant, outre son caractère « cruel », cette ablation d'un pédoncule oculaire entraîne de nombreuses modifications négatives de la physiologie de la crevette et un gaspillage de géniteurs qui doivent être renouvelés tous les 1 à 2 mois. Malgré de nombreuses recherches sur la physiologie hormonale et les essais d'induction de la maturation par injection (ou *per os*) d'hormones de crevettes purifiées ou d'hormones naturelles, les résultats ne sont guère encourageants au moins pour leur application à une grande échelle. Les meilleurs espoirs sont actuellement apportés par l'amélioration des conditions d'élevage des géniteurs, l'amélioration des conditions de vie en zone de reproduction (température, alimentation, lumière, qualité de l'eau grâce aux circuits de recirculation, environnement calme, oxygénation, .....).
- d) **la pratique d'élevages larvaires sans antibiotiques.** Les premiers élevages larvaires se faisaient à faibles densités (50 larves par litre) dans des eaux riches en phytoplancton naturel ou cultivé. La demande de grandes quantités de larves à ensemercer à des périodes précises et en quantités définies a entraîné l'intensification des densités d'élevage (supérieures à 200/l) et la multiplication des cycles de production tout au long de l'année. Les élevages se font alors en eau claire avec ajout d'aliments artificiels (microgranulés sans farines animales d'origine terrestre) et d'antibiotiques afin de contrôler au mieux les développements bactériens. Outre l'apparition de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques qui rendent ces derniers inefficaces à un rythme de plus en plus rapide et peuvent poser des problèmes de santé publique, ces pratiques vont de plus en plus à l'encontre de la demande globale des consommateurs qui recherchent des produits naturels. L'utilisation de souches bactériennes sélectionnées visant à modifier la flore bactérienne des élevages larvaires se généralise et ces probiotiques remplacent avantageusement les antibiotiques sans en avoir les inconvénients.
- e) **l'amélioration génétique par sélection.** La constitution de stocks domestiqués permet désormais d'envisager une amélioration des performances des crevettes en élevage à l'image de ce qui se fait pour le bétail ou les volailles. Ces opérations d'amélioration se font par la sélection à la reproduction de crevettes

(ou familles des crevettes) ayant des caractéristiques intéressantes (adaptation à certaines conditions de l'environnement, résistance aux maladies, croissance, fertilité, assimilation de farines végétales.....). Elles ne font pas appel à des manipulations génétiques et ne produisent pas de crevettes génétiquement modifiées. Elles sont rendues possibles grâce à des techniques d'insémination artificielle qui permettent de réaliser des croisements programmés.

### ***Les techniques d'élevage et l'alimentation dans le monde***

L'élevage de crevettes, encore inconnu dans les années 70, est devenu une véritable activité de type industriel à l'échelle mondiale pour répondre à une demande croissante des consommateurs. La production mondiale estimée (2003) de crevettes d'aquaculture atteint aujourd'hui presque 50% de la production totale, 1.800.000 pour environ 2.000.000 tonnes venant de la pêche.

L'augmentation de la production se fait encore par l'augmentation des surfaces d'élevage mais on assiste de plus en plus à une optimisation de l'utilisation de ces surfaces par l'augmentation des densités, la succession rapide des cycles d'élevage, une meilleure gestion zootechnique et une alimentation de qualité. Cependant, cette augmentation de la production s'accompagne d'un phénomène de mondialisation des pathologies liées à l'intensification, à la multiplication des structures d'élevage et aux transferts d'animaux entre pays (élevage de crevettes exotiques inexistantes dans la zone d'élevage).

Toutes ces évolutions se font de moins en moins, comme au début de l'activité, au détriment de l'environnement et de la qualité du produit ; les chartes de qualité, pour répondre aux attentes des consommateurs et aux risques de santé humaines, imposent presque partout des conditions strictes d'élevage et de conditionnement des produits.

Les conditions de production restent cependant encore assez disparates en fonction des pays et des espèces élevées. Quelles sont les grandes évolutions en cours ?

- a) **le respect de l'environnement et la mangrove.** Les zones de construction des bassins d'élevage étaient traditionnellement des zones côtières bordées de mangroves. Le boom du développement de l'élevage, à ses débuts, a effectivement détruit une grande surface de mangrove pour faire place à des bassins. Les fermes construites alors étaient de grande superficie avec des bassins > 10hectares. La prise de conscience de l'importance de ce biotope pour la richesse de l'environnement côtier, les protestations des environnementalistes et la mise en place de législations spécifiques ont permis de stopper cette dégradation pour même faireplace à des opérations de reboisement dans certains pays particulièrement touchés (Thaïlande par exemple). La Nouvelle-Calédonie est une exception car, dès le début, les fermes ont été construites en arrière des zones de mangrove, sans les bouleverser.
- b) **le respect de l'environnement et les rejets des fermes.** Les systèmes d'élevage semi intensifs et intensifs demandent de grandes quantités d'eau afin de renouveler et de maintenir la qualité du milieu d'élevage. Les eaux rejetées sont riches en matière organique et peuvent entraîner une eutrophisation des zones côtières voisines avec parfois des conséquences néfastes sur les biotopes fragiles. Comme pour la mangrove, il existe une prise de conscience du problème mais aussi une certaine difficulté à mettre en place les infrastructures

(bassins plus petits, utilisation de liners, bassins de décantation) et les techniques d'élevage adéquates (élevages intensifs, zéro échange, aération, recirculation, contrôle du milieu bactérien se développant). En effet ces changements demandent des moyens financiers et une technicité qui ne sont pas toujours disponibles, surtout dans les pays relativement peu développés. L'évolution semble cependant inéluctable car la lutte contre les pathogènes présents dans presque tous les pays passe par un contrôle des conditions d'élevage. Cette évolution sera d'autant plus rapide que les zones d'élevage sont denses, chaque ferme ne voulant pas être « polluée » par la ferme voisine. L'utilisation d'antibiotiques (principalement dans les aliments) est encore pratiquée mais les contrôles effectués sur les crevettes importées sont de plus en plus précis et les mesures prises (stocks rejetés) sont dissuasives.

- c) **les chartes de qualité et les labels.** Les producteurs recherchent la mise en place de normes pour différencier leur production, la vendre mieux et éventuellement à un meilleur prix afin de rentabiliser les investissements faits pour « mieux produire ». La traçabilité permet la surveillance des conditions d'élevage, un respect de normes de production et de qualité des produits utilisés (notamment les aliments : OGM ou non, farines animales d'origine non terrestres, protéines végétales, engrais.....) et peut aboutir à des labels spécifiques ou même de culture biologique.

### ***Les filières crevettes de France et d'Outre-Mer***

Deux espèces sont actuellement élevées :

***Litopenaeus stylirostris*** - originaire de la côte pacifique de l'Amérique centrale et du sud –introduite en Polynésie Française et Nouvelle-Calédonie - Taille maximale 25 cm

***Marsupenaeus japonicus*** - originaire de la région indopacifique et introduite naturellement en Méditerranée - Taille maximale 22 cm

Initié en Nouvelle Calédonie par le professeur Doumenge en 1970, l'élevage de la crevette n'a réellement démarré qu'au début des années 80. *L. stylirostris* a remplacé les espèces locales en Nouvelle Calédonie en 1981. En Polynésie Française cette espèce est également cultivée à petite échelle.

Les premiers élevages de *M. japonicus* ont été réalisés dans d'anciennes salines de l'île de Noirmoutier dès 1985.

Les premières tentatives d'élevage larvaire de crevette pénéide ont été menées à Tahiti, au Centre Océanologique du Pacifique dès 1973. Les 2 espèces ont été importées de leurs zones d'origine. Dès 1974, elles ont été reproduites avec succès en captivité.

### ***Modes d'élevage et cycle de production***

Les géniteurs sont principalement élevés dans des bassins en terre (les *M. japonicus* passent l'hiver dans des bacs réchauffés) puis transférés en salle de maturation où la ponte est induite. *L. stylirostris* est inséminée artificiellement alors que *M. japonicus* se reproduit naturellement.

Les larves sont alimentées avec des proies vivantes.

Les écloséries privées de production fournissent les post larves aux fermes de grossissement.

L'élevage se fait en bassins de terre à des densités de 5 à 35 crevettes par m<sup>2</sup>. L'élevage dure de 5 à 8 mois. Les crevettes sont nourries à partir d'aliments composés fabriqués à partir de matières premières telles que la farine de poisson, de blé, de maïs (+ sels minéraux et vitamines)

#### *Production et valorisation du produit*

La production de *M. japonicus* en France et de *L. stylirostris* en Polynésie reste limitée (25 et 50 en 2002). Alors qu'en Nouvelle-Calédonie elle atteint 2200 tonnes en 2004. La création de nouvelles fermes en Nouvelle Calédonie permettra de doubler la production actuelle. 900 emplois ont déjà été créés par les élevages de crevettes en Nouvelle-Calédonie. Cette activité participe au rééquilibrage entre les zones rurales et la capitale, Nouméa.

Les crevettes sont vendues fraîches sur les marchés locaux. La Nouvelle-Calédonie a exporté 1630 tonnes de crevettes crues congelées en 2004.

#### *Points forts et points faibles*

La filière crevetteicole française, outre-mer compris, bénéficie d'un certain nombre d'atouts :

- ✓ Absence de maladies virales affectant les autres pays producteurs
- ✓ Techniques d'élevage semi-intensives
- ✓ Respect de l'environnement
- ✓ Traçabilité et surveillance sanitaire stricte
- ✓ Cycle de production contrôlé à toutes les étapes

Elle souffre cependant de certains handicaps :

- ✓ Episodes bactériens enregistrés parfois dans les bassins, associés à des mortalités saisonnières (Nouvelle-Calédonie).
- ✓ Concurrence avec d'autres activités littorales (France, Polynésie)
- ✓ Coûts de production élevés
- ✓ Concurrence mondiale

## **2.2 Traitement et transformation**

### **2.2.1 Dépuration des coquillages, niveau d'efficacité (virus, bactéries, microalgues toxiques) et préparation à la vente**

#### **• Purification microbiologique des coquillages**

Dans le contexte réglementaire actuel seuls les coquillages en provenance des zones de production classées A peuvent être commercialisés directement pour la consommation humaine. Les coquillages issus des zones B nécessitent obligatoirement un traitement de purification. Dans ce cadre sanitaire et réglementaire des équipements de purification microbiologique des coquillages ont été développés depuis près d'un demi siècle.

La purification des coquillages repose sur deux principes de base. L'eau de mer utilisée doit être exempte de contaminants microbiologiques, et le coquillage doit pouvoir

éliminer les contaminants microbiologiques naturellement. Le fonctionnement d'un système de purification doit permettre que les coquillages retrouvent rapidement leur activité d'alimentation par filtration, éliminent la contamination résiduaire, ne se re-contaminent pas et soient capables de rester en vie dans de bonnes conditions après purification jusqu'à leur mise sur le marché. En France, cette opération consiste à immerger des coquillages vivants dans des bassins alimentés en eau de mer naturellement propre ou rendue propre par un traitement approprié, pendant au minimum 48 heures, temps préconisé pour limiter le nombre de bactéries, le but de la purification étant d'obtenir des produits aptes à la consommation humaine immédiate. La purification est exclusivement utilisée pour les coquillages du groupe 2- bivalves fousseurs et du groupe 3 – bivalves non fousseurs, mais l'opération pour les fousseurs semble plus délicate.

Les équipements de purification les plus couramment utilisés sont des bassins insubmersibles. Ils sont alimentés soit en direct du milieu, soit par l'intermédiaire de réserve permettant une décantation des matières en suspension. En fonction des opportunités offertes par les sites géographiques des établissements, deux systèmes d'approvisionnement en eau marine sont fréquemment utilisés : le circuit ouvert (alimentation permanente) ou le circuit fermé (re-circulation continue ou discontinue). Sur cette base, deux types d'établissements de purification sont à distinguer, en fonction de la qualité de l'eau de mer d'approvisionnement utilisée, c'est-à-dire en fonction de la qualité sanitaire du site de pompage en mer. Les établissements qui décontaminent les coquillages à partir de l'eau de mer désinfectée par des procédés physiques ou chimiques : ultraviolets (UV), chlore, dioxyde de chlore, ozone, brome (les UV étant aujourd'hui le système le plus utilisé) ; et les établissements qui décontaminent les coquillages à partir de l'eau de mer naturelle non traitée. Ces derniers, équipés de bassins insubmersibles aérés (BIA) représentent en France plus de 90% des établissements de purification. L'eau d'alimentation des bassins, servant à la purification des coquillages doit répondre aux exigences d'une eau de mer dite '*propre*', critères définis par la DGAL.

Si la purification lorsqu'elle est réalisée correctement, semble s'avérer efficace vis à vis du risque bactérien, preuve en est la baisse de salmonelloses - typhoïdes ces quinze dernières années en Europe, cette efficacité semble assez réduite pour la contamination virale.

Entre 1995 et 2001, les virus sont considérés comme responsables de près de 40% des Toxi Infections Collectives (TIAC) liées à la consommation des coquillages (Zidane *et al.*, 2003). L'analyse de ces épisodes épidémiques démontre clairement que les systèmes traditionnels de purification peuvent s'avérer inopérants vis-à-vis du risque viral.

Pour bien comprendre les difficultés de la purification, il faut identifier les paramètres concernés dans le processus, sachant que selon l'objectif visé : bactéries ou virus, les résultats obtenus seront plus ou moins performants. Les différents paramètres intervenants dans la purification conchylicole sont : 1) pour l'eau, i) le niveau de contamination microbiologique initiale de l'eau d'approvisionnement, ii) la salinité qui affecte les fonctions de pompage des coquillages, iii) le taux d'oxygène dissous, pour la survie des coquillages, iiiii) la circulation, facteur déterminant, puisque qu'elle accroît indirectement la teneur en oxygène dissous nécessaire à un bon état physiologique du coquillage, iiiiii) la température qui commande la physiologie du coquillage et de ce fait joue un rôle important sur l'efficacité de l'auto-épuration, en agissant sur la vitesse de

pompage, le transit intestinal et l'émission de feces ; 2) pour le coquillage, i) le taux de filtration qui joue un rôle très important, mais qui a une variabilité individuelle importante et doit être favorisé en ajustant les paramètres pré-cités pour que l'activité physiologique soit la plus active possible, ii) la concentration initiale en microorganismes, car plus de 70% des microorganismes pathogènes d'origine entérique restent essentiellement dans le tractus digestif, en particulier dans la glande digestive et le pancréas et les résultats montrent que plus le coquillage est contaminé, plus la purification sera longue et souvent inefficace pour certains microorganismes, iii) l'âge de la contamination, car les pathogènes faiblement attachés aux tissus (contamination récente), s'éliminent plus vite que ceux profondément enfouis (contamination ancienne).

En fait la purification s'avère efficace sur des coquillages actifs. La température de l'eau est le facteur le plus significativement efficace pour accélérer la purification virale des coquillages. En fonction de l'indicateur utilisé pour tester l'efficacité de la purification, les résultats obtenus sont, pour une gamme de températures de 8, 10, 15, 20 à 25°C, une élimination de 99% des *E.coli* entre 2 jours et 12 heures et entre 10 jours et 5/2 jours pour le bactériophage. Dans de bonnes conditions et à des températures de 20-22°C, l'élimination des virus entériques devrait se pouvoir se faire en 4 à 5 jours de traitement. Mais la persistance de virus au cours du process, dans des huîtres issues de zone où la pollution est récurrente a été observée, même après huit jours de purification renforcée. L'alimentation des coquillages en phytoplancton au cours de la purification, peut l'améliorer. Mais la faisabilité et le surcoût d'une telle opération d'alimentation, pour le gain de temps de purification espéré ne permettent pas d'envisager un usage professionnel.

Mais la mise en œuvre de la purification dite '*renforcée*', doit rester limitée, du fait de l'équipement nécessaire, du coût de fonctionnement, et des résultats obtenus. En effet, si sur le plan théorique, l'augmentation de la température permet de limiter le risque viral, il existe cependant plusieurs limites à l'efficacité de ce type de traitement dont principalement, l'âge de la contamination et son niveau initial. De plus, la purification des coquillages contaminés par les vibrios, bactéries marines responsables de TIAC, est actuellement inusitée.

**Perspectives :** En terme de purification microbiologique des coquillages, la majorité des solutions a été investiguée et il apparaît que seule la décontamination virale pose de sérieuses difficultés. La mise en œuvre de la purification virale '*renforcée*', ne doit rester qu'une solution alternative très exceptionnelle, ne pouvant pas garantir une sécurité sanitaire absolue pour le consommateur. De plus, une bonne purification virale des coquillages, outre la qualité des résultats, doit être économiquement de courte durée et d'un coût acceptable.

La réglementation sanitaire communautaire s'oriente vers la mise en place de normes virales pour l'ensemble des produits alimentaires. Aussi l'obtention d'une bonne qualité sanitaire des coquillages dépasse le seul cadre d'une solution curative, mais passe par la prise en compte de l'aspect sanitaire à toutes les étapes de la production, de l'élevage à la commercialisation.

Les priorités d'actions à court terme devraient être axées sur : i) l'identification et la

réduction des apports microbiologiques pathogènes vers les zones d'élevage conchylicole et/ou de pêche récréative, ii) la mise en place de systèmes d'alerte en temps réel, afin d'anticiper et informer les professionnels concernés de tous risques de contamination par des pathogènes des produits en élevage ou de pêche, iii) l'adaptation d'une stratégie d'élevage en fonction des risques potentiels de contamination.

Parallèlement à ces premières priorités techniques, il convient donc à moyen terme d'associer les actions scientifiques sur : i) la normalisation et la mise au point de techniques rapides de dosage qualitatif et quantitatif des virus, ii) le développement d'outils moléculaires adaptés à la problématique des coquillages, iii) la recherche des conditions de fixation dans les tissus des coquillages des différents types de virus, afin d'orienter éventuellement les processus de purification virale.

Toutes ces actions devront permettre à moyen terme un développement durable de la conchyliculture.

- **Traitements de détoxification des coquillages contaminés par des phycotoxines**

Il est important de considérer qu'actuellement aucun traitement de type industriel ou semi-industriel pour la détoxification des bivalves comestibles contaminés par des toxines d'algues n'est opérationnel. Parmi les nombreux procédés mis en œuvre pour réduire le taux de toxines accumulées, le plus simple consiste à transférer les coquillages en zone salubre pour qu'ils s'auto-épurent. ou à déplacer verticalement les bivalves dans la colonne d'eau. Cependant ces méthodes ne sont pas exemptes de risque en matière de contamination d'une zone saine par des kystes ou des cellules végétatives issus des excréments des bivalves transférés. D'autres méthodes sont citées par Shumway *et al.* (1995) comme des stress thermiques ou salins, des chocs électriques, la réduction du pH et la chloration mais sans que les résultats se soient révélés probants.

En fait c'est surtout le traitement à l'ozone qui a été le plus souvent proposé et essayé comme procédé de détoxification rapide des bivalves contaminés, en particulier dans le cas des toxines paralysantes (IPFM) et des brevetoxines (INFM).. L'ozone injecté dans l'eau de mer réagit avec les ions bromure libres et forme de l'acide hypobromeux et des ions hypobromites. On considère que l'acide hypobromeux, en conjonction avec l'ozone dissous, est responsable de l'inactivation de ces toxines. Les premières études ont conclu à une bonne efficacité de l'ozone comme inactivateur des toxines paralysantes contenues dans les coquillages contaminés. Des résultats contradictoires, cependant, étaient aussi obtenus par White *et al.* en 1985, avec des coquillages restant toxiques même après traitement à l'ozone, et la procédure reste encore controversée aujourd'hui : l'eau ozonée décontaminerait efficacement des bivalves contaminés récemment par des cellules algales sous forme végétative alors qu'elle serait inefficace sur des bivalves ayant ingéré des kystes ou ayant déjà intégré de façon durable des toxines paralysantes dans leurs tissus.

En dehors des traitements sur coquillage vivant il semblerait que dans le cas des toxines paralysantes (IPFM) des procédés de cuisson industrielle dans une solution à pH alcalin, couplés avec le retrait des viscères, permettraient de réduire la toxicité en dessous du seuil sanitaire indépendamment du profil toxinique ou de la teneur initiale en toxines.

Toutes ces méthodes sont à considérer avec précaution et nécessitent de rapporter à chaque fois les résultats obtenus au niveau initial de toxicité avant traitement. Il

convient évidemment de prendre en compte le coût du procédé de traitement et le degré de modification des qualités gustatives du produit après traitement. Dans le cas de l’ozone, en particulier, la formation éventuelle de sous produits toxiques de l’ozonation en eau de mer est à considérer. Pour cette dernière raison, des procédés de détoxification ‘biologiques’ utilisant des cultures d’algues non toxiques pour favoriser l’élimination rapide des algues toxiques contenues dans le tractus digestif des bivalves seraient certainement à considérer dans l’avenir.

**Perspectives :** en France le phénomène de prolifération de microalgues toxiques et de contamination des coquillages est assez récent : 1983 pour les toxines diarrhéiques (IDFM), 1988 pour les toxines paralysantes (IPFM) et 2000 pour les toxines amnésiantes (IAFM), les épisodes étant restreints à certains secteurs géographiques dans les deux derniers exemples. Des procédés de détoxification ‘à terre’ (en bassins) n’ont d’intérêt que si : i) le procédé utilisé est reproductible et efficace, ii) l’investissement consenti par le producteur est rentable à moyen terme. Dans le cas de contaminations estivales et de durées n’excédant pas une à deux semaines (par exemple l’estuaire de Penzé, la Baie de Vilaine) la période de fermeture est économiquement supportable et ne nécessite pas de traitement de détoxification. En revanche, les contaminations intervenant en périodes cruciales (fêtes de fin d’année) pour les ventes du produit considéré (exemple des huîtres à Thau et à Salses Leucates) ou entraînant des durées de détoxification extrêmement longues (exemple des coquilles Saint Jacques en Baie de Seine et en Rade de Brest) devraient impliquer dans un proche avenir des développements technologiques en matière de détoxification accélérée. Des prototypes industriels ont été ou vont être mis à l’étude pour les toxines de type IDFM, IPFM dans le cadre de différents projets européens (SHELLFISH, BIOTOX, TALISMAN). Dans le cas particulier des coquilles contaminées par des toxines du type IAFM il est probable que les solutions permettant d’extraire rapidement les toxines liées aux tissus seront longues à obtenir. En conséquence les procédés d’éviscération (élimination de la glande digestive et du manteau pour réduire de 95 % la toxicité du produit) et de vente des parties consommables (noix et corail) devraient être développés à court terme, d’autant que la législation européenne (modifications de la directive 91/492) autorise la vente de ces organes dès lors que le seuil d’acide domoïque est inférieur à  $4.7 \mu\text{g g}^{-1}$  de chair.

## **2.2.2 La réfrigération des produits de la mer**

### **2.2.1.1-Contexte :**

La réfrigération est la méthode la plus utilisée dans les pays industrialisés pour conserver le poisson à bord, pendant les transports routiers et en usine. Son emploi généralisé tient à son efficacité pour la réfrigération et à sa commodité d’utilisation malgré certaines contraintes : entreposage en lieu propre aéré et humide, et important travail de manutention. La vitesse de réfrigération ne dépend de la température de l’air (cale ou entrepôt) que si la quantité de glace est suffisante. Actuellement le refroidissement en glace se fait presque toujours en air réfrigéré. Les chambres froides

doivent être équipées de manière à maintenir le poisson réfrigéré entre 0 et +4°C pour éviter toute congélation.

#### **2.2.2.2 Utilisation de la glace sur les bateaux de pêche et à terre :**

A quantité de glace égale, la vitesse de refroidissement dépend de la taille, de la forme et de la répartition des morceaux de glace. La surface de contact est importante ainsi que la forme pour éviter les meurtrissures, d'où l'intérêt de l'usage de la glace à écaille, en particules ou en neige. De plus en plus de chalutiers sont équipés de fabrique de glace à bord.

Depuis la criée jusqu'à l'étal du détaillant, le poisson frais est conservé à la température de la glace fondante (0°C). Cette température est idéale pour éviter les pertes de qualité (développement bactérien ou au contraire, congélation partielle). La glace accompagne donc le produit durant toute la distribution.

L'aménagement des bateaux est globalement de trois modes: vrac, caisses, conteneurs.

-L'arrimage en vrac du poisson est la méthode la plus ancienne et celle qui préserve le moins la qualité (écrasement, répartition de glace aléatoire et manipulations plus nombreuses).

-L'arrimage en caisses de bord (25 kg par exemple) est celui qui préserve le mieux la qualité. Il est surtout utilisé lorsque la cargaison est constituée d'une ou deux espèces, ou dans le cas d'espèces nobles. Les caisses sont conçues pour être empilées, des orifices permettant l'écoulement de l'eau de fusion de la glace.

-L'arrimage en conteneurs (300 kg de poisson et 150 kg de glace) a été expérimenté à partir des années 60. La conteneurisation suppose l'adaptation des bateaux. Elle est surtout utilisée pour permettre des activités de pêche loin du port d'attache. Actuellement, un armement Français utilise cette technique au nord de l'Ecosse, ce qui lui permet de tranvasser les captures en mer sur un cargo qui les débarque ensuite à terre.

#### **2.2.2.3- Les types de réfrigération :**

##### **3-1 La glace « écaille » :**

La glace écaille est utilisée pour le refroidissement des produits de la mer. C'est une glace morcelée, sous-refroidie et sèche. La taille des écailles est de 5 à 10 centimètres carrés environ et leur température de -6°C environ. Sa chaleur latente de fusion qui constitue la principale source de refroidissement, est maximale. En comparaison, le refroidissement d'une glace humide contenant 30, 50, voire 75% d'eau, est 30, 50 ou 75 % moins efficace que celui de la glace sèche. La glace écaille est fluide, ses écailles ne s'agglomèrent pas entre elles. Légères et plates, elles enveloppent naturellement le produit sans l'abîmer. La glace écaille se stocke et se manipule aisément. Ne contenant pas d'eau non congelée, elle peut par conséquent être conservée en chambre froide sans durcir. Pour ses caractéristiques et parce que son prix de revient est modique comparé à d'autres types de glace ou à d'autres modes de refroidissement, la glace écaille est utilisée en quantité importante dans les produits de la mer.

La réfrigération en saumure, eau de mer refroidie et eau de mer réfrigérée :

La saumure est préparée soit à partir d'eau de mer, soit d'eau potable additionnée de sel. Elle est refroidie soit par addition de glace (EMG: eau de mer refroidie), soit à l'aide d'une machine frigorifique (EMR: eau de mer réfrigérée). L'eau de mer refroidie ne descend pas en dessous de 0°C, tandis que l'eau de mer réfrigérée peut être utilisée en température négative (-1°C).

Il existe aussi des installations de réfrigération par pulvérisation d'EMR et de réfrigération sous vide.

Parmi les avantages, on citera la rapidité de refroidissement, l'économie de main d'œuvre liée à la facilité des déchargements, la possibilité de maintenir une température basse, une contamination bactérienne limitée. Si la température est maintenue à -1,1°C (EMR) au lieu de 0°C (EMG), la durée de conservation du poisson peut être améliorée au moins d'un facteur de 1,5.

Parmi les inconvénients, le salage de la chair (surtout chez les poissons maigres), parfois l'apparition de mauvaises odeurs si l'aération est insuffisante et un certain lessivage des protéines. L'aspect du poisson peut s'avérer dégradé après un délai de 3 à 4 jours, bien que ce dernier soit de meilleure qualité: les ouïes sont plus blanches et la peau plus terne. L'usage de cette pratique sera plutôt réservé à un poisson destiné à la filière de transformation.

L'EMR est utilisée depuis les années 50 pour conserver à bord des bateaux les petits pélagiques, puis pour transporter des saumons destinés à la conserverie. L'usage de l'EMR correspond bien aux besoins des senneurs ou des chalutiers congélateurs pour pré-refroidir avant congélation. Cette technique peut aussi servir de « coup de fouet » pour pré-refroidir avant stockage en cale réfrigérée (anchois par exemple).

### 3-2 Les coulis de glace :

Un coulis de glace est une substance qui se compose de particules solides de glace dans un liquide formant ainsi une suspension diphasique. Cette technique est connue depuis l'antiquité et les romains l'utilisaient en mélangeant de la neige et de l'eau ou de la glace pilée.

#### **2.2.2.4-Les moyens techniques:**

La machine à glace la plus récente permet aux pêcheurs de produire le type de glace souhaité pour chaque application, avec une seule machine, et ce avec tous les types d'eau : douce, saumâtre ou de mer, avec salinité variable. Elle peut ainsi produire les glaces suivantes :

Une glace concassée issue de l'eau douce à une température idéale de -0,5°C. Elle est de forme irrégulière et cristalline, et reste facile à manipuler, ne congèle jamais. Elle entoure le poisson en douceur. C'est la meilleure glace pour stocker le poisson de haute qualité pendant longtemps.

Une glace d'eau salée à une température d'env.  $-7^{\circ}\text{C}$ . Elle refroidit le poisson vite et intensément et tend à congeler, même après un court stockage.

Une glace liquide réalisée à partir d'eau salée. Sa température est d'environ  $-2,3^{\circ}\text{C}$ . Elle peut être pompée et on peut ajuster sa densité de 15 à 50%.

### **2.2.3 Le Pré-emballé au rayon marée : Conservation à l'état réfrigéré et produits pré-emballés à base de poissons- Additifs –Atmosphère modifiée**

Au niveau du rayon marée on observe une certaine désaffection pour le poisson en vente au détail en raison du prix jugé excessif par rapport à celui de la viande. Mais, l'origine de cette désaffection est plus profonde et surtout imputable au changement des habitudes de consommation. Le manque de temps et d'éducation pour cuisiner les produits bruts, associé à l'emballage (odeur, risques de fuites) font que le consommateur se tourne de plus en plus vers les produits pré-emballés. Les rayons libre service peuvent améliorer les ventes en ciblant de nouveaux consommateurs, ceux qui sont pressés (pas de file d'attente) et également en diversifiant les espèces proposées et la fréquence des offres. Des rayons poissons peuvent être installés dans davantage de points de vente dans des magasins ne justifiant pas d'un rayon de vente au détail.

Enfin, cette pratique permet aux GMS de limiter les manipulations, la gestion des caisses et des déchets de filetage, induisant également une réduction globale des coûts.

Un point important qui mérite d'être pris en considération concerne le fait que les poissons sont traités dans des ateliers de mareyage proches du lieu de débarquement permettant de regrouper les déchets et ainsi de disposer d'un gisement exploitable en quantité et en qualité. La valorisation des déchets est un point important et qui présente un coût non négligeable, aussi toute forme d'amélioration de la collecte est elle bonne à saisir.

Les techniques de conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée permettent de mieux valoriser le poisson avec une image de produit frais déjà acquise par le consommateur et de répondre aux nouvelles exigences du marché tout en offrant une DLC d'au moins 8 jours dépendant de la qualité initiale et de l'espèce. Par exemple celle du saumon 14 jours.

La mise en œuvre commence au débarquement du poisson par un tri qualitatif. Après filetage les filets sont placés en sac (sous vide) et refroidis dans un bain d'eau glacée à  $+2^{\circ}\text{C}$  durant 45 mn. Dans le cas de la barquette (atmosphère modifiée) les filets sont refroidis en tunnel à air froid pendant quelques minutes avant emballage. Le mélange gazeux recommandé est de 75% de  $\text{CO}_2$  et 25% de  $\text{N}_2$ . D'une manière générale l'atmosphère modifiée peut permettre d'augmenter la DLC de 2 à 3 jours par rapport au sous vide.

Les barquettes utilisées disposent d'un buvard absorbant dans le fond et sont dans la plupart des cas en polystyrène expansé, avec protection barrière co-extrudé. L'operculage est réalisé à l'aide d'un film plastique thermo-rétractable anti-buée.

Parmi les innovations, on trouve de plus en plus des barquettes utilisables au micro ondes. Certaines disposent même d'une réserve d'eau. La vapeur générée à la cuisson permet de cuire sous pression et évite la déshydratation, préservant les qualités organoleptiques ainsi que les vitamines. Au niveau des produits « prêts à cuire », on

remarque les rôtis de poisson, souvent bardés avec des laminaires, les crépinettes, les merguez de la mer...

Les contraintes environnementales vont imposer la nécessité de limiter le volume des emballages, et la croissance du poisson frais préemballé ne va pas dans ce sens, aussi les entreprises fabriquant des barquettes et des films s'orientent vers des matériaux bio dégradables.

La crevette est un produit occupant une place importante dans le rayon frais traiteur des produits de la mer avec plus de 18142 tonnes vendues en GMS en 2003 (Secodip/Ofimer). Les techniques de conservation mises en œuvre actuellement, à savoir l'atmosphère modifiée et l'acidification, altèrent le goût de la crevette. Pour y remédier, un procédé de bio-préservation, consistant à utiliser un ferment lactique spécifique, permet après ensemencement des produits de prolonger leur conservation en emballage jusqu'à 12 jours sans en altérer la qualité organoleptique. Les produits déclinés sont des queues de crevettes décortiquées précuites et des brochettes de queues non décortiquées à base de marinades.

Parmi les autres innovations récentes dans ce rayon, notons la présentation de moules vivantes en emballage sous vide, sans gaz, sans additif et sans conservateur. Ce type de conditionnement permet une DLC de 8 jours. Une autre présentation sous atmosphère modifiée de moules d'importation autorise une DLC de 6 jours.

Les poissons précuits panés, les plats cuisinés et les salades à base de produits de la mer affichent une présence anecdotique, mais devraient être vecteur de croissance pour l'avenir.

A l'inverse les produits traditionnels comme les soupes de poisson ou les œufs commencent à régresser. Les charcuteries de la mer « tartinables » de type tarama, rillettes, terrines, mousses et pâtés continuent de progresser.

De nombreuses machines sont disponibles permettant la réalisation aussi bien de petites productions que de plus importantes (70 operculages/mn par exemple).

## **2.2.4 Conserves et semi-conserves – plats préparés et traiteurs**

### **1-Contexte:**

La valorisation des produits de la mer connaît une forte évolution sous l'effet des modifications des habitudes alimentaires (volonté du consommateur de mieux équilibrer son alimentation et de manger plus sain) et de l'apparition de nouveaux produits.

Ce secteur se caractérise par quelques grandes entreprises et un tissu de PME dynamiques dont la mise au point de produits nouveaux est la clé de voûte du développement.

L'autre constat concerne le fait que la grande distribution est devenue un canal stratégique pour les produits de la mer avec 60% des volumes écoulés, une croissance annuelle de 5.5% depuis 1998 et des perspectives de croissance importantes.

### **2-Les conserves de produits de la mer :**

#### **2-1 Contexte :**

L'histoire de la conserve de poisson est liée à la Bretagne avec les premières conserves de sardine mises au point par Colin. Après un siècle et demi de fortunes diverses avec à son apogée 250 conserveries en 1950, l'activité a glissé vers l'Afrique. En 1990, il subsistait une trentaine d'usines et aujourd'hui elles ne sont que 8 qui survivent grâce à la mécanisation.

La conserve appertisée est globalement en panne de croissance, le consommateur préférant les produits frais élaborés ou surgelés. Ainsi la production de conserves de produits de la mer qui était de 98 000 t en 1970 est aujourd'hui de 100 000 t (source FIAC) et ne représente que 4,6 % de la production nationale de conserves.

L'offre quasi continue de tous types de produits de la mer grâce à la mondialisation des échanges et aux modes de transport a contribué à la stagnation voire au déclin de la consommation de cette famille de conserves. Mais ces facteurs ne sont pas seuls responsables : les industriels et leurs fournisseurs ont une part de responsabilité en raison de leur manque d'innovation, aussi bien au niveau du contenant et de sa présentation, que du contenu. A cela s'est ajoutée une guerre des prix qui a tiré les recettes vers le bas...

### *2-2 La conserve de produits de la mer traditionnelle « métal » :*

L'industrie de la conserve de produits de la mer s'appuie sur les innovations récentes de l'emballage métallique pour perdurer et tenter de rebondir (présentation, forme et praticité).

Au niveau du contenu, la conserve traditionnelle de produits de la mer couvre les attentes des consommateurs et ce secteur s'oriente maintenant vers des produits festifs, un savoir faire particulier ou vise à apporter un plus en terme de praticité.

Citons quelques exemples : les veloutés de pousse pieds ou d'huîtres, les sardines fabriquées à l'ancienne, les filets de sardine sans arêtes, les premières sardines de saison, des sardines issues d'un chalutier identifié et parées à la main, les « lisettes » (petits poissons) de maquereaux, les anchois d'automne façon sardine, le germon des côtes Atlantique de pêche fraîche.....

L'énoncé des nouveaux produits marins amène le constat que l'innovation est souvent issue d'unités artisanales, qui en la matière peuvent faire preuve d'un maximum de souplesse. L'innovation industrielle vise quant à elle à favoriser une diversification pour garder une place sur les marchés.

### *2-3 La conserve souple :*

Les premières diversifications ont été lancées sur le marché français dans les années 90, avec des barquettes (salade de hareng) et des sachets en matériaux multicouches barrières. Des conserveurs proposent des soupes individuelles liquides en sachet, mais la soupe de poisson reste majoritairement traditionnelle en bocaux de verre. Le sachet a surtout trouvé une application dans certains marchés niches de produits de la mer, comme les sauces ou aides culinaires. De grandes marques proposent des préparations de thon en dés mais l'image « pet food » semble trop associée à ce type de présentation, limitant son développement. Ce conditionnement est réservé à l'industrie en raison de l'investissement élevé.

En conclusion, ce type d'emballage performant et innovant n'a pas trouvé encore de véritable place dans le marché des produits de la mer pour des raisons liées à son

positionnement mal établi, aussi bien en terme d'image que d'emplacement de vente (produits étant souvent assimilés par les consommateurs à des produits frais).

#### *2-4 La conserve en verre :*

Le verre, quant à lui continue d'occuper une place importante dans la conserve des produits de la mer, essentiellement dans les soupes de poisson, les terrines ainsi que tous les produits artisanaux.

#### *2-5 Conclusion :*

La conserve de produit de la mer se décline en deux grandes familles : les produits industriels de grande diffusion issus de quelques entreprises et les produits artisanaux issus de petites PME installées en majeure partie le long du littoral.

- Dans le cas des produits industriels, l'approvisionnement en matière première est en partie d'origine internationale (matière première congelée) mais pour rester compétitives ces entreprises doivent aussi proposer dans leur gamme des produits phares de qualité supérieure issus de pêche fraîche (exemple du label rouge sardine ou des sardines fabriquées à l'ancienne), exploiter au maximum les potentialités offertes par la pêche côtière locale quand celle ci peut subvenir en qualité et quantité (sardine, thon, maquereau, pétoncle, clams....) et s'appuyer sur un maximum d'automatisation. Le challenge en terme de compétitivité est très élevé comme le souligne un industriel breton : une conserve en sortie d'usine revient 7 fois moins cher en Afrique.

- Dans le cas des produits issus de PME, ceux ci doivent innover pour perdurer, ce qu'elles font souvent en faisant revivre des recettes du passé et en s'appuyant sur la pêche locale. La notion de terroir est souvent mise en avant mais ces produits ont du mal à pénétrer le marché de la grande distribution (capacités de production et coût).

Concernant les contenants, la boîte métal s'est adaptée aux contraintes modernes au service des grands classiques de la conserve de poisson tandis que les nouveaux emballages concernent plus les plats cuisinés et salades de produits de la mer.

### **3 Les semi conserves**

#### *3-1 Le fumage :*

Le rayon saurisserie reste porté par la progression des ventes de saumon fumé. L'industrie a absorbé 45 000 tonnes en 2003 pour en produire 22000 tonnes, (premier producteur mondial). Sur plus de 20 sociétés produisant du saumon fumé, 8 réalisent plus de 1000 t/an (Ofimer). Le hareng, produit historique de cette activité reste stable avec une production de l'ordre de 12 000 tonnes grâce à sa présentation en salades.

Le reste des produits fumés (à froid ou à chaud) ne représente qu'une petite part de volume et sert à étoffer une gamme. Parmi ces produits, citons le thon, le maquereau, le lieu, l'espadon.

La progression des ventes en premier prix accélère la désaisonnalisation, et l'image du saumon teinté d'une touche élitiste ou réservée aux fêtes s'estompe lentement.

La perception de ce produit reste positive, mais pourrait se dégrader si la qualité ne tend pas vers le haut, et si l'image de l'aquaculture intensive ne s'améliore pas.

La matière première, issue de l'aquaculture norvégienne, écossaise ou irlandaise pour l'essentiel est acheminée par camion en frais ou en congelé vers les usines de transformation.

La technique de salage au sel sec est utilisée pour les produits de qualité, tandis que l'injection de saumure salée est préférée pour les produits premier prix (50% en volume).

Les techniques de salage séchage sont maintenant parfaitement maîtrisées, ce qui permet à cette industrie de respecter les préconisations de l'AFSSA visant à limiter la présence de sel dans les aliments. (2.5% dans le produit fini).

Le fumage est réalisé par exposition à de la fumée issue de la pyrolyse de bois dur (essentiellement du hêtre), et plus rarement par atomisation d'extrait de fumée.

Très utilisé en charcuterie, ce procédé l'est moins sur les produits de la mer, mais de récentes modifications des textes réglementaires devraient en permettre une plus large exploitation.

Un procédé mis au point par IFREMER et le CIRAD, faisant appel au salage séchage par déshydratation osmotique contrôlée (DID) et au fumage électrostatique permet de raccourcir de manière importante le process (2 h30 au lieu de 8h). Cependant, la réalisation à l'échelle industrielle s'est heurtée à de nombreux problèmes, et ce procédé n'est plus utilisé à ce jour, sauf en conserverie pour fumer des sardines directement en boîte.

Enfin, il faut souligner que le fumage, qui est une technique ancestrale de conservation, est aujourd'hui utilisé pour son aspect aromatisant. La bonne conservation du produit est maintenant assurée par l'association du sous vide et du froid positif. Le procédé traditionnel de fumage à froid ne génère pas de produits indésirables, compte tenu des températures de pyrolyse du bois (< à 500°C) et des temps d'exposition relativement courts (3 à 4h).

Deux catégories de saumons fumés sont commercialisées: ceux n'ayant pas subi de congélation, et ceux en ayant subi une, soit au stade la matière première, soit au stockage du produit fini. La raison essentielle est liée au fait que la consommation de saumon reste festive, plus de la moitié des ventes s'effectuant en fin d'année, ce qui implique que la capacité industrielle ne peut assurer la production de cette semi conserve sur une période aussi courte.

En conclusion, la France est leader mondial dans la production de salmonidés fumés depuis des décennies et ce secteur d'activité, à l'instar de celui de la conserve a su évoluer au niveau de ses méthodes de production. Il n'y a pas eu de grands bouleversements dans le process, mais plutôt des améliorations en terme de compétitivité poste par poste sur toutes les opérations unitaires. Des progrès sont encore à réaliser pour mieux maîtriser le procédé, d'une part pour améliorer le séchage (aérodynamique et traitement de l'air) et d'autre part, la qualité de la fumée (composés). En relation avec de nouvelles contraintes environnementales concernant les rejets atmosphériques et ce à l'instar de certains pays européens, l'utilisation de la fumée liquide peut s'avérer une option d'avenir.

### 3-2 *Les marinades :*

Le marinage est l'opération qui consiste à immerger le poisson dans une marinade pour substituer une partie de leur eau de constitution par du vinaigre ou un acide organique.

Le marinage confère au produit des qualités organoleptiques particulières et assure une durée de conservation jusqu' à plusieurs mois au froid.

Le hareng mariné est le produit phare de ce type de préparation, avec les « rollmops ». Deux déclinaisons régionales du Nord et de l'Est de la France sont les harengs « Bismark »(petits harengs étêtés) et « Kronsild » (petits filets harengs). Il existe des préparations à base de moules et de coques.

Actuellement, la marinade qui connaît le plus de succès et de progression dans les ventes est celle de crevettes cuites décortiquées, tandis que le saumon mariné connaît un succès d'estime. D'autres produits pourraient être marinés, comme les huîtres (USA), les anguilles (Pays Scandinaves), les filets de maquereaux de sardine ou de merlan.

### *3-3 Les produits salés :*

Le salage et le séchage de la morue pour la conserver est l'une des plus anciennes techniques de préservation d'un aliment. Aujourd'hui, la tradition de consommation de ce produit a diminué (prix élevé en raison de la raréfaction de la ressource) et peu d'entreprises subsistent sur ce secteur. Les deux plus importantes se situent dans le sud ouest et l'essentiel de la morue salée est destinée à l'exportation. La technique de salage n'a pas évolué depuis des siècles, tandis que le séchage est mécanisé en séchoirs climatisés. Parmi les produits de la mer nouveaux issus de cette pratique, citons le colin, le brochet, la julienne, et la sardine. Au niveau des déclinaisons, la brandade de morue et les accras de morue sont les principales préparations.

L'anchois salé quant à lui reste un produit prisé qui a vu sa fabrication presque totalement délocalisée en Afrique du Nord. Quelques ateliers subsistent, comme à Collioure grâce à un savoir faire historique en proposant par exemple des anchois frais de pêche locale marinés au vinaigre et préparés seulement pendant la saison de pêche.

## **4 Conclusion**

L'essentiel des activités générées par la valorisation des produits de la mer, se situe dans l'industrie agro-alimentaire. La conserverie de poisson reste une tradition de la façade atlantique avec l'élaboration de produits classiques comme la sardine, le thon et le maquereau, ainsi que les coquillages auxquels s'ajoutent les plats cuisinés. Pour ce secteur, la stratégie de survie est de miser sur la fabrication de produits très élaborés à forte valeur ajoutée et spécifiques à certains marchés.

L'industrie du fumage, plus dispersée sur le territoire dispose des ressources fiables de l'aquaculture mondiale et pour rester compétitive a su jusqu'à présent moderniser de façon remarquable ses outils de production. Elle reste cependant peu présente à l'export et dans l'éventualité d'une saturation du marché français, devra trouver des débouchés extérieurs.

### **2.2.5 Les co-produits :**

#### **Un sujet sensible**

En situation de rareté durable de la ressource, il est regrettable que les co-produits soient dans leur ensemble si peu valorisés. De plus, le circuit d'élimination des co-produits de la filière pêche et aquaculture en France a subi de fortes perturbations depuis l'année 2000, notamment liées aux répercussions des difficultés apparues dans les filières animales (encéphalopathie spongiforme bovine, dioxines). L'amélioration des performances économiques de la filière au travers d'une meilleure valorisation des co-produits générés par les activités de mareyage, conserverie et saurisserie est donc nécessaire.

On estime que les producteurs de co-produits : mareyeurs, saurisseurs et conserveurs produisent 150 000 tonnes par an de viscères, têtes, arêtes et peaux, à partir de 320 000 tonnes de poissons, soit 47% du tonnage brut.

Il existe trois grands types de producteurs de co-produits : les mareyeurs, les saurisseurs et les conserveurs. Le mareyage, qui travaille principalement les poissons blancs (120 000 T) et les poissons cartilagineux (25 000 T), génère plus de 50% de co-produits à partir des produits bruts qu'il utilise. La saurisserie travaille essentiellement les salmonidés (44 000 T) tandis que la conserverie se focalise sur les poissons bleus (61 000 T). Ces deux dernières activités génèrent respectivement 31% et 48% de co-produits à partir des produits bruts qu'elles utilisent.

La répartition régionale des co-produits générés par catégorie d'espèces est liée à l'importance quantitative des poissons blancs et des salmonidés pour les régions Nord-Normandie et Bretagne. Ces deux régions génèrent 77% des co-produits de la filière pêche et aquaculture.

Aujourd'hui, la pêche et l'aquaculture françaises valorisent la quasi-totalité de leurs co-produits mais vers des utilisations de faible valeur ajoutée : 96% des co-produits d'origine aquatique générés en France font l'objet d'une valorisation de masse destinée à l'alimentation animale, sous forme de farine, huile, hydrolysats de protéines et hachis congelé.

## **Les contraintes à la valorisation des co-produits aquatiques**

### Les contraintes technico-économiques

- Les quantités disponibles par type de co-produit et par espèce sont limitées du fait du caractère pluri-spécifique des pêcheries françaises et de l'atomisation des ateliers de mareyage. En revanche, les co-produits issus des industries de la conserverie et de la saurisserie présentent l'avantage d'être monospécifiques et plus concentrés géographiquement que ceux issus du mareyage.
- Le coût de revient des co-produits prêts à l'emploi est élevé du fait du circuit de collecte impliquant plusieurs étapes : tri, lavage, congélation, stockage et transport.
- La qualité intrinsèque des co-produits varie en fonction des espèces et des saisons. Cette matière première est donc difficile à standardiser, contrairement à la filière viande où les espèces sont sélectionnées et les conditions d'élevage standardisées.

Ainsi, les produits innovants dérivés des co-produits aquatiques sont directement en concurrence avec ceux issus de la filière viande, laquelle a mis en place depuis plus longtemps ses circuits de recyclage et de valorisation des co-produits. Enfin, les produits dérivés obtenus en France semblent moins compétitifs au niveau européen, notamment par rapport à la Norvège, en raison de coûts de production plus élevés.

### Les contraintes réglementaires

Ces contraintes portent plus particulièrement sur deux modes de valorisation :

➤ La valorisation par les produits diététiques et nutraceutiques, qui souffre d'une réglementation française plus restrictive que celle d'autres pays européens, car ne reconnaissant et n'autorisant qu'un très petit nombre de produits à recevoir l'appellation de « complément alimentaire »

➤ La valorisation par les pulpes alimentaires qui est plus difficilement réalisable en France que dans les autres pays européens du fait de la transposition particulière d'un règlement européen dans le droit national. En France, la fabrication des pulpes d'arêtes doit être réalisée sur place et sans délai après l'opération de filetage, ce qui interdit tout transport de co-produits destinés à cet effet. Hormis cette contrainte réglementaire, il apparaît que les co-produits de poissons blancs sont disponibles en quantités suffisantes pour justifier des investissements dans des unités de valorisation en pulpe pour l'alimentation humaine.

### Les contraintes humaines

Le frein majeur à la valorisation des co-produits, au niveau de la filière amont, semble être la faible prise de conscience que les co-produits, pour être valorisés, doivent être traités comme des matières nobles, au même titre que les produits finis de type filets ou darnes.

## **3) Préoccupations du consommateur et du citoyen**

### **3.1 Aspects sociaux**

#### **3.1.1 Gestion écosystémique des pêches**

Selon la définition de la FAO, « l'approche écosystémique constitue, dans ses buts comme dans sa définition, un moyen d'appliquer à la pêche les principes du développement durable, en recherchant le bien-être à la fois pour l'homme et pour l'environnement » (FAO, 2003). En ce sens, elle doit rapprocher la gestion de l'écosystème, qui vise à la préservation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes, et la gestion des pêches, qui doit procurer à l'homme nourriture et revenus. Elle remplace ou complète l'approche actuelle de la gestion halieutique, encore souvent mono spécifique et appliquée aux seules ressources exploitées.

Deux principes fondamentaux sous-tendent la notion de « gestion écosystémique des pêches »: tous les processus qui régissent le fonctionnement des océans sont corrélés et doivent être traités comme un tout ; par ailleurs les Etats doivent adopter une approche globale et coordonnée de leur développement afin de préserver l'environnement au bénéfice de leurs populations.

La Commission et le Parlement européen ont exprimé leurs vues sur l'intégration des aspects environnementaux dans la politique des pêches. En particulier (Commission des Communautés européennes, 2002) le principe d'une mise en œuvre progressive a été retenu avec pour objectifs prioritaires

- la réduction de la pression globale de la pêche pour assurer la durabilité des stocks commerciaux et la conservation des habitats,
- l'amélioration des engins de pêche pour diminuer les rejets et les captures accessoires et pour minimiser leurs impacts sur les habitats,
- la suppression des aides publiques pour la modernisation des flottes de pêche.

Au plan scientifique, de nombreux travaux sont en cours pour développer concepts et outils indispensables à une gestion écosystémique des pêches (définition d'indicateurs d'état des écosystèmes, d'objectifs de qualité écologique, modélisation des écosystèmes, etc.). Cependant, ainsi que le note Turrel (2004), la plus grande difficulté réside dans les nécessaires changements non seulement dans l'approche scientifique (développement de projets intégrateurs dans une approche régionale) mais aussi au niveau des institutions (par exemple, dans la plupart des pays européens, gestion des pêches et environnement relèvent de structures séparées) et de leur fonctionnement (meilleure coordination, intégration de l'ensemble des usagers, redéfinition des unités de gestion, modifications réglementaires, etc.).

### **3.1.2 Techniques de pêche et dauphins, farines et huiles...**

Les techniques de pêche peuvent faire l'objet de questions sociétales, voire de controverses, même si souvent l'opinion publique n'est que très partiellement informée des réalités.

Dans l'océan Pacifique Centre-Est, la pêche du thon à la senne tournante capture régulièrement des dauphins en même temps que des thons. Les fortes mortalités de dauphins constatées dans les années 1980 ont fait craindre pour le maintien des populations, voire la survie des espèces de dauphins concernées. En modifiant la pratique et l'engin de pêche, en instaurant un quota de dauphins et une surveillance très rigoureuse de la pêcherie, appliqués par les 13 pays pêcheurs (dont le Mexique et l'Equateur), le risque encouru par ces populations de dauphins a été circonscrit et leur état de santé est désormais bon. Cependant, la controverse perdure puisque, après un assouplissement des conditions d'étiquetage « Dolphin safe » et la reprise des importations américaines de thon, l'effet de la pêche à la senne sur les dauphins dans cette région du Pacifique est encore considéré en 2005 par plusieurs ONG comme stressant pour les dauphins, et donc inacceptable, même sans mortalité.

En Europe, l'introduction de la technique de pêche dite du filet maillant dérivant (FMD) pour la pêche du thon blanc dans l'Atlantique Nord-Est a connu une évolution plus radicale. Mise au point en France en 1986, cette méthode de pêche a connu un succès

rapide puisqu'une importante flottille artisanale française s'est reconvertie à cette technique dès 1987, suivie de l'Irlande et du Royaume Uni. Les captures accidentelles de dauphins dans les FMD étant avérées, la Commission européenne a mis en place un règlement provisoire limitant le nombre de navires et la longueur des filets, liant la prorogation éventuelle du règlement à « la lumière des bases scientifiques démontrant l'absence de tout risque écologique lié [à ce règlement] »<sup>3</sup>. Cette application peu usuelle et maximaliste du principe de précaution a eu raison de cette technique de pêche, malgré les études scientifiques montrant l'absence vraisemblable de risque pour les dauphins d'un usage modéré et contrôlé des FMD pour la pêche au thon blanc. Dans ce cas, la pression des ONG, soutenues par les pêcheurs espagnols inquiets de voir arriver une flottille et une technique concurrente des leurs, a radicalisé la position de la Commission pour conduire en 2002 à une interdiction pure et simple de cette technique dans les eaux européennes.

Dans ces deux exemples, l'éthique est centrée sur la place particulière qu'occupent les mammifères marins et particulièrement les dauphins dans l'opinion publique. Ainsi ont-ils été pris comme symbole par les défenseurs de la nature et du milieu marin, bien souvent au prix de considérations peu rationnelles mais tactiquement productives (pour la collecte de fonds par exemple). Quand on sait qu'il n'y a pas d'engin ni de méthode de pêche totalement dépourvus d'effet sur l'environnement, ces approches radicales pourraient remettre en question l'activité de pêche dans son ensemble.

Les farines et huiles de poissons sont une part importante de la production halieutique mondiale, puisque 30 millions de tonnes (le tiers de la production mondiale marine de pêche), sont annuellement transformées en farines et en huiles (FAO, 2004). La pêche « minotière » cible des espèces pélagiques à faible valeur commerciale comme les anchois, le capelan, les harengs et les maquereaux. Les principaux pays producteurs sont le Pérou et le Chili dans le Pacifique, le Danemark et la Norvège en Europe. Une partie importante de ces farines de poisson est utilisée pour faire des aliments pour l'aquaculture de poissons et de crevettes. L'autre partie est utilisée pour l'alimentation des poulets et porcs<sup>4</sup>.

Cette pêche minotière est accusée par ses détracteurs de dépeupler la mer du Nord de ses poissons de consommation humaine, comme le cabillaud, l'églefin, soit en prélevant leurs juvéniles, soit en les privant de leurs proies. Cataloguée comme une « pêche industrielle », elle est en fait pratiquée par une grande variété de techniques et de navires, du gros navire usine jusqu'au petit chalutier côtier, et n'est donc pas le fait d'une seule catégorie dite industrielle. Les espèces et les stocks ciblés font l'objet d'évaluations régulières, les prélèvements régulés par des TAQs et des quotas, et sont soumis à des contrôles au même titre que les espèces destinées au marché de la consommation humaine.

Le prélèvement que fait la pêche minotière sur les ressources halieutiques n'est sûrement pas sans effet sur ces ressources ni sur l'écosystème en général. Il en va de même pour toute exploitation intensive, celle des poissons « fourrage » comme celle des poissons destinés à la consommation humaine : il y a certainement un déplacement d'équilibre au sein de l'écosystème, notamment par la modification du rapport entre les prédateurs et les proies. Mais les relations qui existent au sein de l'écosystème sont plus compliquées qu'on le croit a priori. Une autre préoccupation se fait jour pour l'avenir :

<sup>3</sup> In Règlement (CEE) n° 345/92 du Conseil du 27 janvier 1992.

<sup>4</sup> Depuis 2002, l'utilisation des farines de poisson est interdite en Europe pour l'alimentation des animaux terrestres.

le caractère limité des ressources fait que la production de farines et d'huiles de poisson ne pourra plus à brève échéance faire face à l'augmentation de la consommation, en particulier des élevages marins. L'avenir est donc dans la mise au point pour l'aquaculture d'aliments à base de protéines et d'huiles végétales.

L'éco-étiquetage (eco-labelling) est une des propositions étudiées pour résoudre, au moins en partie, la question de l'impact de la pêche sur les ressources et leur environnement. Le procédé consiste à garantir pour un produit pêché la conformité avec la pratique de techniques de pêche assurant la protection des espèces non ciblées, ainsi que des écosystèmes exploités. Proposée par une ONG (Marine Stewardship Council) sur le modèle déjà appliqué à l'exploitation des forêts tropicales, cette voie est actuellement étudiée à la Commission européenne<sup>5</sup>.

## **3.2 Aspects sanitaires**

### **3.2.1 Polluants organiques et métalliques persistants .**

En dépit de son poids économique dans les sociétés modernes, des biens et services qu'elle procure, l'industrie chimique est bien souvent perçue par le grand public comme synonyme de nuisances, de dégradation de l'environnement et d'atteinte aux ressources exploitées. Le milieu marin dans son ensemble n'échappe pas à cette situation. C'est ainsi que des résidus chimiques de toutes sortes ont été identifiés dans les organismes marins. On peut citer comme exemple la contamination par le mercure de poissons de la baie de Minamata au Japon, le DDT dans les organismes aquatiques et les oiseaux qui s'en nourrissent, les PCB dans les organismes marins de l'archipel de Stockholm. La controverse récente sur la présence de dioxines et d'autres polluants organiques persistants dans le saumon a encore attisé cette crainte des dangers de la consommation de poissons.

Les organismes aquatiques ont en effet la capacité de bioconcentrer et d'accumuler les contaminants présents dans la colonne d'eau : en agissant ainsi comme «bio-extracteurs» et «bioaccumulateurs».. Cette capacité de bioaccumuler les substances chimiques est à l'origine du concept du «mussel watch» et plus généralement de la notion d'espèce sentinelle de la qualité chimique du milieu marin. En France le RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin) a adopté une telle approche en suivant les micropolluants organiques et métalliques dans les bivalves (moules ou huîtres) sur près d'une centaine de stations réparties tout au long du littoral. Concernant la distribution spatiale de la pollution chimique chronique, le RNO a mis en évidence pour tous les contaminants suivis des niveaux sensiblement plus élevés dans les bivalves prélevées à proximité de l'embouchure des grands fleuves en relation avec l'activité urbaine et industrielle de leur bassin versant. Cette surveillance a surtout souligné des problèmes de contamination chronique élevée comme celle de la Baie de Seine par les PCB, celle du secteur de Marennes - Oléron par le cadmium. Avec 25 années de suivi des bivalves, le RNO met clairement en évidence une tendance à la baisse de la

---

<sup>5</sup> Communication de la Commission au conseil, 2 août 2004.

contamination chimique avec des vitesses de l'ordre de 5 à 10 % selon les contaminants. Des études rétrospectives faisant appel à des collections d'échantillons permettent de confirmer par des méthodes analytiques les plus récentes ces améliorations de la qualité du milieu constatées dans les pays industrialisés d'Amérique du Nord et d'Europe. Plusieurs éléments peuvent avoir contribué à cette évolution encourageante comme la récession de la « chimie lourde » peu respectueuse de l'environnement au profit de la « chimie fine », l'optimisation des procédés et la réduction des rejets polluants, les réglementations plus exigeantes sur les modes de production, d'utilisation et de destruction des produits chimiques, l'amélioration de l'assainissement des eaux usées. Enfin, cette amélioration de l'état du milieu qui concerne des polluants relativement anciens comme les organochlorés, ne doit pas masquer les questions liées à la présence de résidus de molécules moins systématiquement suivies ou très récemment identifiées grâce aux progrès des techniques analytiques. C'est l'exemple des PBDE, polybromodiphényle éthers, produits ignifugeants largement utilisés et dont les résidus, au niveau du nanogramme par gramme<sup>(\*)</sup> dans les tissus d'organismes marins auraient largement augmenté durant ces dernières années.

*(\*) nanogramme par gramme (1 milliardième de gramme de contaminants par gramme de tissu biologique)*

*L'importance de la mesure* : si les techniques chimiques d'analyse restent les méthodes de référence, des méthodes complémentaires basées sur des réponses biologiques (bioessais, biomarqueurs, bio-capturs) peuvent renseigner sur les effets des contaminants mais sont apparues plus récemment et sont encore en phase de développement. Par rapport aux méthodes chimiques de référence elles présentent l'intérêt de considérer les effets des contaminants et d'offrir des délais de réponse plus brefs.

L'obtention de seuils analytiques toujours plus bas pose en effet la question de la signification biologique de cette mesure. La connaissance des effets de polluants sur les organismes marins est difficile à appréhender compte tenu de la diversité des substances et de leur mécanismes de toxicité, de la variabilité intra- et interspécifique, de la multiplicité des types de réponse, de l'action combinée de divers contaminants agissant ensemble, en synergie, ou bien au contraire de façon antagoniste.

*Les mécanismes mis en jeu* : la distribution des contaminants dans les organismes aquatiques résulte des interactions entre les caractéristiques des substances, les processus biologiques et les conditions environnementales. Ainsi, les éléments métalliques présents sous forme dissoute et particulaire dans la colonne d'eau peuvent entrer dans le compartiment biologique. Ils sont associés aux protéines et d'une manière générale ne sont pas biomagnifiés dans les réseaux trophiques, le cas du mercure sous forme de méthyl-mercure étant une exception.

Dans le cas de substances hydrophobes et persistantes donc bioaccumulables comme les PCB, les pesticides organochlorés, les dioxines, l'entrée dans le compartiment biologique se fait par la phase dissoute (respiration) et par la consommation de matériel solide contaminé. Les contaminants peu solubles sont stockés dans les tissus riches en lipides. Cette prépondérance de la nourriture comme source de contamination est d'autant plus grande qu'il s'agit de composés plus hydrophobes. Certains contaminants

comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont biotransformés, par des processus enzymatiques au niveau du foie, en produits hydroxylés plus facilement éliminés. Cette biotransformation, dépend de caractéristiques structurales des substances et de la capacité des organismes à réaliser ces transformations des composés.

L'analyse des contaminants et leur interprétation au moyen de modèles de bioaccumulation permet de faire la part relative des processus clés agissant sur la distribution des contaminants et leur évolution dans les organismes. De tels modèles de transport des contaminants dans les organismes sont en train de devenir des outils permettant la prédiction de leur distribution sur la base de scénario d'émission des caractéristiques physico-chimiques des substances. Le degré de précision des prédictions repose sur une connaissance détaillée des processus et peut requérir des approches expérimentales pour valider des modèles.

Le constat par la mesure ou la prédiction par le modèle permettent d'évaluer le niveau d'exposition aux contaminants. C'est une des premières composantes de l'évaluation des risques chimiques qui inclue aussi nécessairement la connaissance des effets. Ce travail d'évaluation est le préalable à la mise en place de réglementations sur les usages. La gestion des risques (réglementation) est une activité délicate s'exerçant dans un cadre international et un contexte parfois difficile compte tenu d'enjeux opposés sur la base de connaissances parfois insuffisantes et susceptibles d'évoluer ou d'être remises en question.

### **Perspectives:**

Si la crainte d'être exposé à des produits toxiques par la consommation de produits de la mer peut apparaître légitime, dans le cas de la contamination chimique chronique ce danger ne se pose pas avec autant d'acuité que dans le cas des contaminants microbiens ou de celui des phycotoxines. Il peut toutefois exister très localement des problèmes de contamination préjudiciables à la consommation des produits de la mer : Cadmium dans les bulots de Normandie, PCB et dioxines en Baie de Seine, pour ce qui est de la France, ou, à l'étranger PCB et dioxines dans les harengs de la Mer Baltique .

Plusieurs éléments sont de nature à ramener cette crainte à sa juste valeur.

- Les programmes de surveillance de la qualité des eaux littorales mis en œuvre (depuis près de 20 ans) assurent une vigilance sur la contamination des eaux littorales.
- Les niveaux de divers contaminants, comme les métaux, les pesticides organochlorés ou les PCB suivis systématiquement dans le cadre du RNO sont à la baisse, constat confirmé par ailleurs pour les dioxines.
- Les efforts de la surveillance s'orientent aussi sur la recherche de composés « émergents » identifiés dans l'environnement par les laboratoires les plus experts.
- La mise en application de la Directive Cadre Eau nécessite un effort de recherche spécialement dirigé sur des substances peu suivies jusqu'ici mais présentes dans les eaux continentales.

- Les exigences de sécurité alimentaire qui concernent les produits de la mer au même titre que les autres bases de notre alimentations sont très prégnantes ;

Les priorités de recherche sur les aspects sanitaires liés aux contaminations chimiques chroniques dans le milieu marin concernent la connaissance des contaminants, le maintien et le développement d'une expertise en évaluation des risques chimiques. Elles doivent être guidées par des préoccupations sanitaires et prendre en compte les données d'exposition c'est à dire les niveaux de présence dans les organismes exploités et consommés mais aussi la connaissance des mécanismes agissant sur leur distribution dans les produits de la mer

Cela se traduit par une sélection des espèces et des contaminants à étudier. Les espèces devront être choisies selon leur représentativité en terme de consommation (tonnages débarqués), leur appartenance aux grands groupes biologiques (mollusques, poissons, crustacés), leur mode de vie (espèce benthique ou pélagique, espèce côtière ou hauturière) et des caractéristiques agissant sur leur capacité à accumuler les contaminants (teneurs en lipides) différenciant ainsi poissons maigres et poissons gras.

Pour le choix des contaminants, choix abordé sous l'angle sanitaire, on devra étudier en priorité le cadmium, le plomb, le mercure, le nickel et l'arsenic comme métaux retenus par les instances sanitaires. Concernant les composés organiques on retiendra les contaminants persistants et bioaccumulables qui peuvent arriver au consommateur ainsi que des substances cancérigènes et reprotoxiques qui sont susceptibles d'entrer dans les réseaux trophiques et de s'y accumuler tout au moins aux niveaux inférieurs (dioxines, PAH, PCB, phthalates, retardateurs de flamme polybromés)

L'aquaculture et la conchyliculture peuvent se démarquer de ce contexte général des produits de la mer par le fait qu'il est possible d'agir sur la contamination des espèces 'produites' en assurant une alimentation contrôlée (farines pour l'aquaculture peu contaminées) dans le cas des poissons, ou sur les conditions de production de coquillages par séjour en bassin d'épuration avant la mise sur le marché. Cette pratique courante, (mais non totalement dépourvue de nuisances chimiques) pour satisfaire la salubrité des coquillages ne s'impose pas pour les substances chimiques hormis des situations de pollution accidentelles. On rejoint ici les pratiques des élevages agricoles avec une exigence de qualité et de traçabilité irréfutable assurée sur toute la filière.

### **3.2.2 Contamination microbiologique**

Les coquillages sont considérés depuis très longtemps, comme des facteurs importants d'intoxications alimentaires sporadiques et collectives. La première étude publiée relative à une intoxication alimentaire liée à l'ingestion de coquillages et établissant la responsabilité de salmonelles date de 1816 (J. Pasquier). Jusque dans les années 1950, la consommation de coquillages était souvent associée aux épidémies de typhoïde et de choléra. Depuis, et dans les pays industrialisés, les infections les plus fréquemment associées aux coquillages sont les gastro-entérites d'origine bactérienne ou virale et les hépatites virales.

La plupart des Toxi Infections Alimentaires Collectives (TIAC) publiées sur les coquillages concernent en premier les huîtres, puis les clams, les moules et les autres. Dans la majorité des pays, ces épisodes sont saisonniers : les infections virales surviennent de façon majoritaire durant l'hiver, les infections d'origine bactérienne seraient plus fréquentes durant les mois d'été.

La contamination microbiologique des coquillages est d'origine anthropique, exceptée celle liée aux vibrios, bactéries marines introduites dans le milieu lors de transfert de coquillages élevés en zones épidémiques. Les sources de contamination sont les rejets dans les eaux côtières d'eaux usées domestiques ou de rejets agricoles non suffisamment traités. Ces rejets sont souvent sporadiques et dus à différents facteurs : dysfonctionnement des structures d'épuration (rupture de réseaux, panne de pompes de relevage, sous capacité de traitement en été, by-pass d'eaux brutes...), actions non conformes à la réglementation (épandage agricole sauvage...), enfin conditions météorologiques exceptionnelles (pluies d'orage l'été, crues en hiver simultanée à une vive eaux...).

#### *Epidémiologie.*

En France, comme dans d'autres pays industrialisés, les informations provenant des systèmes de surveillance des TIAC sont insuffisantes car celles-ci sont sous-déclarées. Les informations issues de la DGAL et de l'INVS font état, chaque année d'environ une quinzaine de TIACs liées essentiellement à l'infection par les norovirus, les salmonelles et les *Vibrio parahaemolyticus*. Le développement de l'utilisation des techniques de biologie moléculaire au début des années 1990 a permis d'augmenter la fréquence de détection des virus responsables de TIAC. Les variations observées dans les différentes études publiées sont plus ou moins importantes suivant la mise en pratique de ces nouvelles techniques. C'est probablement le facteur le plus déterminant expliquant ces différences. D'autres facteurs pourraient être impliqués, comme la sensibilité des systèmes de surveillance et, concernant les coquillages, l'importance de la production conchylicole et les habitudes alimentaires.

#### **Pathogènes impliqués**

En Europe, les principaux microorganismes impliqués sont les bactéries (essentiellement des salmonelles et vibrio) et les virus entériques (essentiellement les norovirus et le virus de l'hépatite A).

#### *Les bactéries*

La contamination initiale des coquillages peut être accrue par des problèmes de conservation dans des conditions désastreuses après l'achat ou le ramassage de loisir (exemple de moules mises dans un coffre de voiture sans protection thermique, la voiture restant au soleil). En effet tout défaut dans la conservation des aliments (chaîne du froid) permet la multiplication des salmonelles éventuellement présentes dans l'aliment.

Les *vibrios* fréquemment rencontrés associés à la contamination des coquillages sont *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*, mais seul *V. parahaemolyticus* a été impliqué dans des TIACS. En Europe le risque de présence de *V. parahaemolyticus* pathogène dans des produits d'importation est faible, et négligeable dans les coquillages élevés dans les eaux

côtières européennes. Il n'en est pas de même dans d'autres pays, dont les USA, où cette bactérie est responsable chaque année de nombreux cas de TIACs dont certains sont sévères. Pour cette raison, l'OMS et la FAO, souhaitent introduire le contrôle de *V. parahaemolyticus* dans le contrôle des coquillages.

*Pour les virus* : parmi les nombreux virus pathogènes impliqués dans des gastro-entérites (entérovirus, rotavirus, astrovirus, norovirus) et dans d'autres pathologies (virus de l'hépatite A), le risque sanitaire le plus important est lié à la présence du Virus de l'hépatite A (VHA) et aux norovirus. La détection des virus est restée longtemps basée sur leur capacité de multiplication dans un système de réplication (lignée cellulaire ou modèle animal). Ces méthodes, et d'autres utilisées en clinique (la radio-immuno détection, l'ELISA, ou l'immuno-microscopie électronique) présentent un seuil de sensibilité trop élevé pour les concentrations rencontrées dans l'environnement. Par ailleurs certains virus, dont les norovirus, ne sont pas cultivables. A l'heure actuelle des méthodes moléculaires sont utilisées. La détection des virus entériques dépend en grande partie de la sélection des amorces pour la RT-PCR. En règle générale, la région amplifiée est sélectionnée afin de permettre ensuite un typage des souches détectées. Un des inconvénients de l'amplification génique est le manque d'information sur l'infectiosité du virus. En effet, la perte du pouvoir infectieux n'est pas toujours corrélée à une perte de détection en PCR (1). Depuis peu, le développement de la PCR en temps réel permet d'aborder l'aspect quantitatif de la PCR.

### **Perspectives**

L'apport de la biologie moléculaire pour le développement de la microbiologie ces dernières années a été indéniable. Cependant, de nombreuses limites existent encore tant au niveau technique que dans l'interprétation des résultats. Des précautions doivent être prises pour assurer la spécificité et la sensibilité de la détection. Cependant cette technique est en pleine évolution, des méthodes de standardisation sont en cours d'achèvement.

La connaissance de la contamination microbiologique de l'environnement est nécessaire pour alimenter les données de l'épidémiologie moléculaire, car l'environnement peut constituer un réservoir remarquable de souches. Les résultats attendus ont des conséquences sanitaires importantes et permettront aussi, sur le plan de la recherche, de comprendre l'historique et l'évolution de ces pathogènes qui semblent avoir un formidable pouvoir d'adaptation.

Les avancées récentes orientent dans les années à venir, le développement d'outils tels que kits, automates, puces, et biosensors pour détecter et quantifier la présence des pathogènes et de leur virulence. Les premiers résultats montrent que les sondes permettront de quantifier ce risque (PCR en temps réel pour quantifier les populations ciblées). Des développements sont encore nécessaires pour optimiser ces outils et les adapter aux spécificités du milieu marin (espèces stressées, en faible nombre, dont la taxonomie n'est pas toujours connue, ainsi que leur pouvoir pathogène).

Les espèces concernées qui devront être recherchées sont les pathogènes présents ou émergents ayant un impact en santé publique. Cela concerne un ensemble de virus entériques (calicivirus, entérovirus, astrovirus, rotavirus, virus de l'Hépatite A et de l'Hépatite E) et de bactéries telles que les Vibriens (*V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*), *E. coli* STEC, *Listeria spp*, *Bactéroïdes spp*.

Les applications en environnement touchent différents aspects

- *L'analyse de risque* : en fournissant des données permettant d'identifier le danger- i.e. la pathogénicité des souches - les études s'inscrivent dans la première étape de l'analyse de risque.
- *L'identification des sources de pollution* : face au poids de plus en plus important de l'élevage intensif en zone côtière, l'émergence de pathogènes animaux est un des problèmes qui doit être développé dans les années à venir. Cette problématique répond à deux impératifs, tout d'abord la nécessité d'apprécier le portage animal de pathogènes humains – connus ou émergents -, dans un but de maîtriser d'éventuelles zoonoses, d'autre part de cibler l'origine des contaminations fécales pour y remédier. Pour ce faire des marqueurs génétiques spécifiques humains et animaux sont à l'étude (ex les sondes spécifiques des phages de *Bactéroides spp* ou des bactériophages F-ARN spécifiques)
- *Etude des processus de contamination et décontamination des coquillages*, afin de permettre d'expliquer pourquoi, par exemple certains sérotypes de bactéries ou certains virus sont impliqués dans les TIAC liés aux coquillages.
- *La mise en place de systèmes d'alerte* couplés avec les études de modélisation, pour évaluer, contrôler et prévoir des événements favorables à la contamination ces coquillages.

### **Toxines de microalgues**

\* La contamination des eaux de boisson et des denrées d'origine marine par des toxines algales (phycotoxines) a pris depuis quelques années une importance considérable. Ce phénomène est largement lié à l'augmentation du nombre de zones géographiques touchées ainsi qu'à la diversification des espèces toxigènes et à l'identification de nouveaux composés toxiques. De nombreux travaux ont été entrepris en France, en Europe, mais aussi dans des pays industrialisés particulièrement touchés comme les Etats-Unis, le Canada, Le Japon, l'Australie, la Nouvelle Zélande. Les techniques ont ainsi considérablement avancé ces dernières années

*Détection des microalgues toxiques* : des outils de détection moléculaire ont été développés avec succès, certains, comme les sondes ADN 'cellule entière' ayant même fait l'objet d'application en routine dans les réseaux de surveillance (cas de la Nouvelle Zélande). Par ailleurs, les nombreux groupes de travail se réunissant sous l'égide du CIEM, de la FAO ou de la COI ont permis l'établissement de listes de référence en taxonomie qui devraient à terme être adoptées par tous. Les proliférations toxiques en Europe et en Atlantique Nord sont répertoriées dans la base de données HAEDAT de la COI.

\* *Toxinogénèse* : chez les microalgues marines productrices, plus nombreuses en terme d'espèces que les cyanobactéries toxiques d'eau douce, on constate une plus grande variété de toxines chez les dinoflagellés, alors que les diatomées toxiques sont peu nombreuses et confinées au groupe des pennées, avec une seule famille de toxines. Malgré la grande diversité structurale des toxines algales, on constate que les processus de régulation de la toxinogénèse sont le plus souvent semblables : ils dépendent

fortement de la photosynthèse, du métabolisme primaire et de certains facteurs environnementaux responsables, entre autres, du découplage entre croissance et production de toxines.

\* *Mode d'action et impact sanitaire* : Les données épidémiologiques sont encore peu nombreuses, car souvent liées à la mise en place de contrôles systématiques récents. Par ailleurs, rentrent également en ligne de compte la forte variabilité de la sensibilité individuelle du consommateur ou de certaines couches de population et l'amplification des risques associés aux phycotoxines par d'autres composés potentiellement présents dans le régime alimentaire (cas des toxines de type IAFM). Les modes d'action moléculaire sont connus pour les toxines les plus fréquemment bioaccumulées mais peu prospectés au niveau des effets secondaires. La synthèse d'analogues structuraux, lorsqu'elle est possible, permettrait cependant de préciser la relation structure-activité et de comprendre le mode d'action physiopathologique. Enfin, la présence simultanée de plusieurs algues productrices de toxines aux effets dissemblables dans des biotopes particuliers, comme les écosystèmes benthiques tropicaux et sub-tropicaux, entraîne des cas complexes d'intoxications polymorphes bien documentés, par exemple, dans les départements et territoires français de l'ouest de l'Océan Indien.

\* *Identification des produits et zones à risque* : la détection et la quantification des molécules sont confrontées à des problèmes similaires, quel que soit le type de biotope (marin, dulçaquicole) concerné : petit nombre de toxines-étalons disponibles, tests de dépistage globaux et donc peu sensibles mais rapides et utilisables par les producteurs en auto-contrôle (exemple du test MIST) , ou, à l'inverse, techniques de dosage sensibles mais trop spécifiques et donc peu adaptées aux contraintes de réponse en temps réel des réseaux de surveillance.

\* *Réglementation et surveillance* : Si une réglementation et des programmes de surveillance tant nationaux qu'internationaux existent et se renforcent régulièrement concernant les phycotoxines marines, les études actuelles visant à évaluer la qualité des eaux douces au regard des cyanotoxines sont à accentuer.

**Perspectives** : les lacunes mises en évidence dans l'ensemble des connaissances disponibles à ce jour confirment donc la nécessité d'améliorer, dans les années à venir, la définition et la prévision du risque sanitaire lié aux phycotoxines. Pour ce faire, l'Union Européenne a établi un Laboratoire Communautaire de référence pour les phycotoxines, situé à Vigo (Espagne) et coordonnant les activités des Laboratoires Nationaux de références correspondants. L'ensemble de ces laboratoires travaille à définir les priorités à donner (quelles toxines, quels seuils de tolérance dans les produits marins, quelles méthodes d'analyse, etc...) sur la base des données épidémiologiques, toxicologiques et chimiques recueillies. C'est ainsi que des seuils sanitaires ont pu être établis en 2002 pour chaque composant du groupe des phycotoxines liposolubles (Acide okadaïque, DTXs, YTXs, PTXs et AZAs). Par ailleurs, alors que récemment encore cette hypothèse relevait de l'utopie, des méthodes de détection / quantification chimique multitoxines basées sur la spectrométrie de masse électrospray couplée avec de la chromatographie liquide permettent déjà de déterminer simultanément dans le plancton marin et dulçaquicole les toxines de l'IPFM, de l>IDFM de l'IAFM et aussi les cyanotoxines comme la nodularine, l'Anatoxine A et les microcystines. Adaptée à la détection des toxines dans la chair des coquillages cette méthode permettrait un gain de temps et de fiabilité considérable au niveau des plans de surveillance.

A une échelle plus large des développements technologiques sont nécessaires à moyen terme pour i) maîtriser le risque lié à l'introduction d'espèces toxiques par les eaux de

ballast des cargos et tankers (voir charte et convention internationale sur ce sujet à l'initiative de l'OMI), ii) développer des méthodes non dangereuses pour l'environnement afin d'éradiquer les espèces algales toxigènes avant ou pendant leur développement (épandages d'argiles, lutte biologique), iii) anticiper le risque de contamination des coquillages en cartographiant la répartition des kystes des dinoflagellés toxiques, iv) approfondir les études socio-économiques, encore balbutiantes, afin de mieux évaluer l'impact des proliférations sur la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, v) valider le lien éventuel entre les proliférations algales toxiques et les apports de nutriments et de xénobiotiques en milieu côtier.

Sur le plan des recherches 'amont' il faudrait en priorité : i) élucider le rôle des bactéries associées (symbiotiques ou non) dans la production toxinique des microalgues, sujet qui fait actuellement l'objet de controverses, ii) mieux connaître les schémas de contamination des chaînes alimentaires et leur variabilité spatio-temporelle. En fait, comme il n'existe pas de modèle unique de contamination des chaînes alimentaires, les variations de sensibilité entre vertébrés et invertébrés posent d'une façon générale le problème du choix des espèces sentinelles (il est clair, par exemple, que la moule commune ne peut être utilisée comme espèce sentinelle dans le cas des toxines de type IAFM) et des niveaux intermédiaires non-comestibles, qui ont, jusqu'ici, été peu étudiés.

### **Les parasitoses alimentaires transmises par les poissons**

Tous les vertébrés et les invertébrés sont couramment parasités, ils peuvent être l'hôte de parasites internes ou externes. La présence de parasites dans les produits de la pêche est communément répandue dans le monde. En revanche, seuls certains d'entre eux présentent un risque alimentaire pour le consommateur.

En France, les produits de la pêche peuvent être contaminés par les larves au stade L3 de nématodes adultes de certains mammifères marins de la famille des Anisakidae, fréquemment présentes dans la chair de nombreuses espèces de poissons ou de céphalopodes et pouvant provoquer chez l'homme, lorsqu'elles sont ingérées vivantes, une affection de type gastro-intestinale appelée anisakiase ou anisakidose. L'homme, par la consommation de poissons ou de céphalopodes parasités, est un hôte accidentel de ces parasites. Il n'entre pas dans le cycle de vie de ceux-ci et constitue une impasse parasitaire. Les zones touchées par ce type de parasite sont essentiellement les mers tempérées et froides de l'hémisphère nord. Toutes les espèces sauvages peuvent être parasitées, mais néanmoins certaines le sont plus fréquemment et plus abondamment, telles que : harengs, maquereaux, lottes, harengs, flétans et les gadidés (lieus, morues, églefins, langues, merlans, merlus ...). De par la seule complexité des phénomènes épidémiologiques et la variété des hôtes, il est difficile de maîtriser la présence des parasites chez les poissons. La prévention de l'anisakidose passe par des mesures simples avant la mise sur le marché et la consommation des produits : (1) un éviscération rapide après la mort du poisson pour éviter au maximum que les parasites ne passent des viscères dans les muscles (les parasites sont parfois présents dans le muscle dans le poisson à l'état vivant, mais en général en quantité moindre), (2) un parage optimisé des filets selon les espèces de poissons permettant de diminuer l'abondance des parasites selon l'intensité de la coupe, (3) une congélation à -20°C pendant 24 à 48h pratiquée

dans le cas où le poisson est destiné à être consommé cru ou (4) une cuisson à cœur à 60°C minimum.

Cependant, en dehors du risque de parasitose, des réactions allergiques dues à *Anisakis sp* présent dans des produits de la mer ont été décrites récemment dans plusieurs publications scientifiques. Notamment, ces allergies pourraient être provoquées même après ingestion du parasite tué ou de débris de parasite.

Aujourd'hui, il paraît y avoir une augmentation du taux d'infestation par ces parasites, néanmoins leur prévalence dans les espèces de poisson d'intérêt commerciale n'a pas fait l'objet d'études récentes. Etant donné le problème de santé publique engendré, et surtout si le risque allergique lié à la présence du parasite même mort dans des produits à base de poisson est confirmé, il est nécessaire de poursuivre les études sur la détection en ligne de ces parasites dans les ateliers de mareyage et de développer des procédés d'élimination applicables dans l'industrie.

D'autre part, dans le cadre de la mondialisation des échanges économiques, il semble nécessaire de poursuivre une veille sur le risque lié aux parasites contaminant des poissons marins ou d'eau douce provenant de pays d'origine extra-européenne.

### **3.3 Exigence de qualité –aspects nutritionnels**

La valeur nutritionnelle des poissons repose sur la composition de leur chair. Malgré le grand nombre d'espèces (près de 30 000) dont la variété des habitats et des préférences alimentaires induisent des disparités pour certains des constituants de la chair, les différentes espèces de poissons présentent des caractéristiques communes : des protéines de haute valeur biologique, une richesse exceptionnelle en acides gras longs polyinsaturés (AGLPI) de la série n-3 (en particulier l'EPA, acide eicosapentaénoïque et le DHA, acide docosahexaénoïque), des minéraux et oligo-éléments particuliers tels phosphore, sélénium, iode et fluor ainsi que des vitamines (A, B et PP notamment). La chair des poissons contient en moyenne 70 à 80 % d'eau, 16 à 22 % de protéines, peu de glycogène (moins de 1% en général) et des lipides en quantité très variable (1 à 20 % selon les espèces et leur alimentation). Elle est composée de deux types de muscles : le muscle blanc, quantitativement le plus important puisqu'il représente jusqu'à 50% de la masse corporelle du poisson et le muscle rouge, dont la proportion dans la chair varie d'une espèce à l'autre. Le muscle rouge contient moins de protéines que le muscle blanc mais davantage de lipides et de glycogène. Alors que la teneur en protéines et la composition en acides aminés sont d'une constance remarquable, teneur en lipides ainsi que nature des acides gras de la chair, contenu en vitamines et oligo-éléments peuvent être modulés par les conditions d'élevage et en particulier par l'alimentation.

#### **3.3.1 Lipides, acides gras et composés liposolubles**

Les lipides sont présents dans les muscles des poissons sous deux formes :

- des phospholipides, composants majeurs des membranes cellulaires, ils représentent

moins de 1% du poids du muscle et se caractérisent par une grande richesse (jusqu'à

60%) en AGLPI à longue chaîne, avec une prépondérance de l'EPA et du DHA qui permettent de maintenir la fluidité membranaire, même à basse température.

- des lipides de réserve : ils contiennent un peu de cholestérol sous forme d'esters (20 à 80 mg/100g selon l'espèce de poissons) mais sont constitués essentiellement par des triglycérides eux aussi riches en AGLPI de la série n-3. La teneur en AGLPI n-3 de la chair de poisson varie entre 15 et 36% alors qu'elle n'est que de 1% chez le porc, 2% chez le bœuf et 4% chez le poulet. Cette richesse en AGLPI n-3, encore plus importante en milieu marin, est liée à la forte concentration en AGLPI n-3 dans la chaîne alimentaire aquatique, la composition en acides gras des triglycérides de la chair étant le reflet de celle des lipides alimentaires.

Alors que la teneur en phospholipides est assez constante, la teneur en triglycérides est extrêmement variable en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge des poissons, de leur état de maturation sexuelle et du contenu énergétique de leur alimentation.

Chez les poissons, les lipides peuvent être stockés dans plusieurs tissus et l'importance relative des différents sites de stockage varie selon les espèces : foie chez les espèces marines comme la morue ou le bar, muscle chez l'anguille et le maquereau, tissu adipeux périvericébral et, dans une moindre mesure, muscle chez les salmonidés, tissu adipeux sous-cutané chez le turbot. La capacité du tissu musculaire à stocker les lipides sert d'ailleurs de base à une classification qui permet de distinguer des poissons maigres (morue, églefin, turbot), qui ont des teneurs en lipides dans le muscle inférieures à 1% et déposent massivement les lipides dans le foie, des poissons gras (hareng, maquereau, anguille), qui ont des teneurs en lipides dans le muscle supérieures à 15%, et des poissons dits "intermédiaires" qui déposent les lipides dans le muscle mais aussi dans d'autres sites tels que le tissu adipeux périvericébral comme c'est le cas pour les salmonidés par exemple.

Chez toutes les espèces, la teneur en lipides du muscle augmente avec l'âge et la taille des individus alors que la teneur en eau diminue. Les réserves lipidiques musculaires varient également au cours du cycle sexuel. Durant la période de maturation des gonades, les lipides musculaires sont fortement mobilisés (jusqu'à 50% des lipides de la chair). Dans les élevages, cette mobilisation des réserves énergétiques tissulaires au profit des œufs, est évitée en stérilisant les femelles à un stade très précoce (triploïdisation par choc thermique ou de pression juste après la fécondation). Il existe aussi un déterminisme génétique assez fort (héritabilité de 0.2 à 0.47) pour la teneur en lipides musculaires et ce critère est de plus en plus souvent introduit dans les schémas de sélection, au moins pour les salmonidés. Cependant, le facteur majeur de variation de la teneur en lipides de la chair est l'alimentation et en particulier le contenu énergétique de l'aliment. C'est pourquoi les poissons d'élevage sont généralement plus gras que les poissons sauvages, la nourriture étant plus abondante et plus énergétique qu'en milieu naturel.

Au cours des 25 dernières années, la composition des aliments piscicoles (pour salmonidés et poissons marins en particulier) a évolué dans le but de favoriser l'épargne des protéines et de réduire les rejets azotés polluants, issus du catabolisme protéique. Les poissons d'élevage sont maintenant nourris avec des aliments plus concentrés en énergie, apportée principalement par des lipides qui sont mieux digérés par les poissons que les glucides. Les régimes à forte teneur en lipides conduisent à une augmentation des lipides corporels accompagnée d'une diminution de la teneur en eau chez

pratiquement toutes les espèces. Ce sont les triglycérides de réserve qui sont responsables de la quasi-totalité de l'accroissement observé, la teneur en phospholipides restant stable. Les variations concernent en premier lieu le site préférentiel de stockage des lipides cependant des variations de la teneur en lipides du muscle sont aussi observées chez les poissons dits maigres ou intermédiaires. Un accroissement de la teneur en lipides du muscle se produit aussi lorsque l'alimentation est riche en glucides digestibles. Par contre, la nature des huiles et des sources protéiques incorporées dans l'aliment n'a pas de répercussions notables sur les quantités de lipides stockées dans la chair des poissons, dans la mesure où ces régimes couvrent les besoins pour la croissance des poissons.

Pour éviter que les poissons d'élevage ne soient jugés « trop gras », différentes stratégies peuvent être mises en œuvre, dans les mois précédant l'abattage, pour maîtriser la quantité de matières grasses de la chair : jeûne, restriction alimentaire ou alimentation à faible taux de lipides, cette dernière stratégie se révélant la plus efficace pour limiter le taux de lipides de la chair tout en préservant le rendement en filet.

### ***Composition en acides gras***

Le poisson se distingue des autres produits carnés par sa richesse en AGLPI de la série n-3. Plus la chair de poisson est grasse, plus elle apporte d'EPA et de DHA. La teneur en AGLPI est sous la dépendance quasi exclusive de l'alimentation : chaîne trophique aquatique en milieu naturel, aliments à base d'huiles de poisson en élevage. Il semble qu'aucun autre facteur d'élevage n'affecte la composition en acides gras de la chair des poissons, à l'exception de la température, l'efficacité de rétention des AGLPI n-3 étant accrue à basse température, sans doute en raison de leur rôle dans la fluidité membranaire. L'aquaculture est confrontée aujourd'hui au double défi de réduire l'emploi de matières premières issues de la pêche pour l'alimentation des poissons d'élevage et de conserver à la chair de poisson la valeur santé que lui confère sa richesse en AGLPI n-3. C'est un enjeu important en terme de santé publique car les effets bénéfiques de ces composés sont bien démontrés dans la prévention des accidents cardio-vasculaires.

Toutes les études conduites pour évaluer les conséquences du remplacement partiel ou total de l'huile de poisson par des huiles d'origine végétale montrent que l'apport d'AGLPI n-3 via l'huile de poisson n'est pas indispensable à la croissance des poissons, dès lors que les besoins en AGLPI n-3 sont couverts par les acides gras contenus dans la farine de poisson. Dans ces conditions, la substitution, dans l'aliment, de l'huile de poisson par des huiles végétales n'affecte pas non plus la quantité de lipides déposés dans le muscle. En revanche, la composition en acides gras de la chair des poissons est fortement modifiée par la nature des sources lipidiques du régime alimentaire. Les huiles végétales sont généralement riches en acides gras de la série n-6 ou n-9 (à l'exception de l'huile de lin, riche en C18:3 n-3). Le remplacement de l'huile de poisson par des huiles végétales induit une augmentation des teneurs en acides gras caractéristiques de l'huile de substitution et une diminution des teneurs en EPA et en DHA. En raison de la forte dépendance du profil en acides gras de la chair à celui de l'aliment, il est relativement aisé de restaurer des teneurs élevées en EPA et DHA, en nourrissant les poissons, quelques mois avant l'abattage, avec un aliment à base d'huile de poisson après un cycle d'élevage avec des aliments contenant des huiles végétales. Cette stratégie permet de limiter l'utilisation des ressources marines pour l'élevage tout en préservant la richesse en AGLPI n-3 de la chair des poissons. Des travaux sont encore nécessaires pour trouver les substituts les plus efficaces pour optimiser le rapport

n-3/n-6 de la chair, le C18 :2 n-6 persistant dans le muscle, longtemps après l'arrêt d'une alimentation à base d'huile végétale. Il reste aussi à définir précisément la durée optimale de la phase « d'alimentation de finition » nécessaire pour obtenir la composition en acides gras souhaitée sans « gaspiller » d'huile de poisson.

### **3.3.2 Les composants protéiques**

Le poisson est, en premier lieu, une source de protéines pour l'alimentation humaine et, pour les populations de certains pays, la seule source de protéines animales. La teneur en protéines des tissus musculaires est d'une constance remarquable. Contrairement aux lipides, la teneur et la composition des protéines n'est pas affectée de façon notable par l'âge des animaux et leur alimentation que ce soit le taux et les sources protéiques, le contenu énergétique ou la nature des lipides de l'aliment. L'analyse de 540 espèces révèle une gamme de variation de 16 à 22 % (valeur moyenne 18,5%), les valeurs les plus basses étant trouvées pour le muscle rouge et les plus élevées pour le muscle blanc. Le profil en acides aminés des protéines de la chair de poissons est semblable à celui des viandes. En revanche, les constituants protéiques sont présents dans des proportions différentes : davantage de protéines myofibrillaires et moins de protéines insolubles. La teneur en collagène, protéine insoluble constituant majeur du tissu conjonctif, est jusqu'à 10 fois plus faible que dans la viande de bœuf. Cette composition particulière rend les protéines de la chair des poissons aisément digestibles et d'une haute valeur biologique, comparable à la valeur biologique de la caséine.

### **3.3.3 Les micronutriments**

#### ***Les vitamines***

Le contenu en vitamines de la chair des poissons est très variable selon l'espèce, la saison et la zone géographique d'habitat, mais, comme pour les lipides, le facteur majeur de variation est l'apport alimentaire. Les vitamines liposolubles sont plus concentrées lorsque la chair est grasse (dépôts lipidiques dans le muscle blanc ou forte proportion de muscle rouge). Par exemple, le thon, dont le muscle rouge est particulièrement développé, ou le maquereau, dont la chair est grasse, contiennent des quantités appréciables de vitamines A et D. La chair de saumon est, quant à elle, plus riche en vitamine A que D, en raison des pro-vitamines A apportées par l'alimentation sous la forme de pigments caroténoïdes. Parmi les vitamines liposolubles, la vitamine E a fait l'objet d'une attention particulière en raison de ses propriétés anti-oxydantes bien démontrées. L'apport en vitamine E dans les aliments pour poissons d'élevage a dû être augmenté en même temps qu'augmentait le taux de lipides de façon à protéger les acides gras longs polyinsaturés, sensibles aux réactions radicalaires. La teneur en vitamine E du muscle de poisson s'accroît avec le taux de vitamine E de l'aliment. La préservation de l'intégrité des acides gras de la chair par la vitamine E permet une meilleure conservation des qualités nutritionnelles du produit au cours du stockage.

La teneur en vitamines hydrosolubles dans la chair de poisson augmente avec l'apport alimentaire jusqu'à atteindre un plateau correspondant à la saturation des capacités de stockage par le tissu musculaire. Il existe de fortes variations entre espèces dont l'origine n'est pas toujours connue. Parmi les aliments d'origine animale, le poisson est la meilleure source de vitamine B6 ; il est riche en vitamines B12 et PP. Les autres vitamines du groupe B sont présentes en quantités plus modestes. La chair de poisson est pauvre en vitamine C (1 à 5 mg/100g). Le poisson n'étant pas capable de la

synthétiser, il la puise dans son alimentation. Les poissons d'élevage peuvent en contenir jusqu'à 100 mg/kg de muscle en raison d'une supplémentation des aliments en acide ascorbique de synthèse.

#### ***Cas particulier des caroténoïdes***

Dans leur milieu naturel, les salmonidés consomment des invertébrés riches en pigments caroténoïdes, l'astaxanthine et la cantaxanthine, précurseurs de la vitamine A. Ces pigments donnent à leur chair sa couleur rose-orangée caractéristique. Les poissons n'étant pas capables de les synthétiser, les pigments caroténoïdes sont apportés par l'alimentation aux salmonidés d'élevage le plus souvent sous forme d'astaxanthine (maximum autorisé 100 mg/kg d'aliment).

La fixation des pigments dans la chair varie, comme le dépôt des lipides, en fonction de l'âge, du cycle sexuel et de l'apport alimentaire. La teneur en pigments du muscle augmente avec la quantité ingérée jusqu'à un plateau de l'ordre de 1 mg/100g. Les caroténoïdes étant des composés liposolubles, leur absorption est liée à celle des lipides alimentaires. Par contre, la concentration en astaxanthine dans le muscle ne semble pas affectée par la nature des huiles de l'aliment. La source de pigments, en particulier la biodisponibilité des caroténoïdes et la durée d'administration sont aussi déterminantes. Il existe une hérédité élevée de l'aptitude à la pigmentation qui est maintenant exploitée dans les schémas de sélection des salmonidés.

#### ***Les minéraux et oligo-éléments caractéristiques***

Les organismes aquatiques puisent ces micro-nutriments à la fois dans leur nourriture et dans l'eau. L'apport par l'eau est bien plus important pour les poissons marins que pour les poissons d'eau douce. En effet, en eau de mer, les poissons doivent absorber de grandes quantités d'eau pour compenser la différence de pression osmotique entre leur milieu intérieur, hypotonique, et le milieu aquatique, riche en sels. La chair de poisson contient plus de 60 micro-éléments. Malgré leur importance d'un point de vue nutritionnel, ils ont été beaucoup moins bien étudiés que les autres constituants du muscle. Seuls les plus caractéristiques sont évoqués ici.

Les minéraux sont stockés en majorité dans le squelette, cependant on en trouve aussi dans la chair des poissons. Le potassium est l'élément minéral le plus abondant, sa concentration est semblable à celle des viandes (300 à 500 mg/kg). La chair de poisson se caractérise aussi par sa richesse en phosphore (8 à 15 fois plus que les viandes) qui est apporté majoritairement par l'alimentation. Le calcium, que le poisson puise dans l'eau, est présent en faible quantité dans la chair. Enfin, contrairement à sa réputation, le poisson n'apporte pas davantage de sodium que les viandes. Cependant la chair des poissons marins en contient 2 fois plus que celle des poissons d'eau douce, en raison de la richesse en sodium du milieu marin.

Le poisson est considéré comme une source majeure de sélénium pour l'alimentation humaine. Dans la chair, le sélénium est principalement associé aux protéines solubles, celui de la chair de poisson est donc bien absorbé. Sa concentration dans la chair est très dépendante de la concentration dans l'eau et varie, pour une même espèce, en fonction de la zone d'habitat. Les poissons d'élevage sont généralement plus riches en sélénium que les poissons sauvages car ils bénéficient d'un apport supplémentaire par l'alimentation, le sélénium étant incorporé aux aliments comme antioxydant. Le contenu en fer de la chair de poisson dépend de la concentration dans l'eau. Les différences entre espèces semblent liées en partie à la proportion de muscle rouge, qui, mieux vascularisé, est beaucoup plus riche en fer que le muscle blanc (jusqu'à 60 mg Fe /kg c'est à dire 2 à 3 fois plus que la viande de bœuf). Ainsi, le thon est une très bonne source de fer. Dans

les aliments destinés aux poissons d'élevage, l'apport en fer est limité aux strictes valeurs recommandées en raison de ses capacités pro-oxydantes. La chair de poisson contient 10 à 100 fois plus d'iode que les viandes, les poissons marins étant en général plus riches en iode que les poissons d'eau douce. Enfin, parmi tous les aliments d'origine animale, le poisson a le contenu en fluor le plus élevé (5 à 10 fois plus que les viandes). Bien que ce composé soit principalement présent dans le squelette et dans la peau, le muscle de poisson en contient des quantités s'échelonnant entre 0,15 et 2 mg/kg. Ces variations sont principalement dues à l'alimentation.

### **Conclusions**

La composition particulière de sa chair fait du poisson un aliment unique parmi les produits d'origine animale. La grande variété d'espèces et la co-existence sur le marché de poissons issus de la pêche et de l'élevage permet d'offrir une large gamme de produits y compris en terme d'intérêt nutritionnel. Les produits de l'élevage souffrent parfois d'une image négative en comparaison des produits de la pêche. Pourtant, il est dès à présent possible de contrôler de façon efficace la composition des poissons par les pratiques d'élevage à la fois pour limiter la présence de composés indésirables et pour optimiser la teneur en composés bénéfiques pour la santé humaine. Les recherches actuellement en cours devraient permettre de moduler encore plus précisément la qualité des produits en fonction du marché auquel il est destiné, en combinant la génétique, l'alimentation et la technologie de transformation.

## **3.4 Exigence de qualité – aspects organoleptiques**

La qualité organoleptique d'un aliment est la résultante de plusieurs caractéristiques sensorielles, le goût, l'odeur (souvent regroupés sous le terme flaveur), la texture et l'apparence. Des études ont montré que le goût et l'arôme sont les principaux déterminants de l'acceptabilité de la chair de poisson par les consommateurs. Cependant la texture devient le critère prépondérant lorsque les poissons ont un goût et une odeur peu prononcés.

De nombreux composés sont impliqués dans la perception du goût de la chair des poissons : acides aminés libres, peptides, acides organiques, nucléotides et minéraux. L'intensité du goût semble aussi corrélée à la teneur en lipides et à la nature des acides gras de la chair des poissons. Lorsque la chair des poissons est grasse, les risques d'apparition de flaveur rance augmentent, les AGLPI étant sensibles à la peroxydation. Il est donc nécessaire de prendre des précautions adaptées pour leur conservation. En effet, si la flaveur de la chair de poissons dépend en partie de la combinaison de ses différents constituants, les conditions de conservation et de préparation ont un effet prépondérant. Des flaveurs endogènes issues de la dégradation de molécules constitutives des tissus peuvent facilement masquer la flaveur originale des produits. La détection de flaveurs exogènes issues de composés de l'alimentation (arômes spécifiques) et/ou du milieu (polluants, hydrocarbures etc.) peut servir d'outil de traçabilité des produits.

La texture d'un aliment est fonction de sa composition biochimique (protéines fibrillaires et collagène), mais également de sa structure. La chair des poissons se différencie de celle des autres animaux élevés pour leur viande à la fois par l'organisation structurale des muscles qui la constituent et par ses composants. Les

muscles sont constitués d'une mosaïque de fibres de différents diamètres car leur croissance, continue au cours de la vie, résulte d'une augmentation à la fois du nombre et de la taille des fibres. Il existe une relation entre taille des fibres musculaires et résistance mécanique de la chair : plus le diamètre moyen des fibres est élevé, plus la résistance est faible. Le tissu conjonctif, qui enveloppe les fibres musculaires et constitue les cloisons qui séparent les feuilletts musculaires entre eux, est composé principalement de collagène (88 à 98 % de collagène et de 2 à 12 % d'élastine). Par rapport au collagène des viandes, le collagène de la chair de poisson contient 2 à 3 fois moins d'hydroxyproline, acide aminé jouant un rôle déterminant dans la résistance mécanique du tissu conjonctif, ce qui participe aux différences de texture entre le poisson et les viandes.

La composition du tissu conjonctif et les proportions relatives de collagène et d'élastine conditionnent la texture de la chair après cuisson et expliquent les variations entre espèces. Les espèces à forte teneur en collagène ont une chair plus tendre et élastique après cuisson.

Une relation entre teneur en lipides et texture de la chair a été signalée par certains auteurs mais elle n'est pas clairement établie. Comme pour la flaveur, les conditions d'abattage, de conservation ainsi que le mode de cuisson du poisson influencent beaucoup plus fortement la texture que la composition de la chair elle-même. Le stress à l'abattage et/ou des conditions de conservation inadaptées provoquent des modifications de structure des protéines dont l'analyse est parfois utilisée pour contrôler la fraîcheur des produits.

### **3.5 Image et perception des produits d'origine aquatique**

#### *Image des produits aquatiques en général*

La croissance de la consommation en produits de la pêche et de l'aquaculture s'effectue en partie au détriment de la consommation de produits animaux terrestres car nous sommes en France, comme dans la plupart des pays développés, en situation de saturation de protéines d'origine animale. L'image des produits aquatiques est certainement un des facteurs de la croissance de leur consommation.

En effet, toutes les études qualitatives menées au cours des dernières années sur la perception des produits aquatiques mettent en évidence une image positive mais contrastée. Deux traits dominants se dégagent : la force de la symbolique marine et le bénéfique santé qui résulte de la consommation de produits aquatiques. En particulier, les deux études spécifiques réalisées à la demande de l'OFIMER en 1997 et 2001 ont montré la richesse des évocations positives qui associent le poisson à son élément d'origine, la mer, symbole d'une nature bienfaitrice, d'une force primordiale et purificatrice. Pour tous, c'est un fait acquis et valorisé que le poisson est bon pour la santé, qu'il apporte des bienfaits à la fois nutritionnels et psychologiques. Le poisson est perçu comme un aliment sain et équilibré, plus moderne que la viande.

Mais très vite, des freins à la consommation sont mentionnés dans les groupes de discussion. Pour la majorité des personnes interrogées, la question des arêtes est évoquée en premier lieu, en particulier quand il s'agit de la consommation des enfants. Puis viennent les difficultés de conservation et de préparation. Contrepartie de l'image

de fraîcheur associée à la symbolique marine, surgissent les doutes sur la dégradation du produit loin de son univers d'origine, sur les possibilités de le conserver à domicile. Face à ces interrogations, une réponse unanime : consommer le poisson frais le jour même de l'achat ! Viennent alors la répulsion à vider et préparer le poisson, les inquiétudes sur le temps de cuisson, sur le dessèchement de la chair ou pire, la crainte de ne pas l'avoir assez cuite. Et les odeurs ! Tout cela concourt à éliminer le poisson lors de repas formels, où la réputation du cuisinier ou de la cuisinière est en jeu.

L'image des produits aquatiques est marquée par la coexistence de ces deux pôles antagonistes, d'un côté la symbolique marine, la proximité de la nature et les bienfaits santé qui en découlent, et de l'autre côté l'incertitude sur la fraîcheur, les inconvénients dus aux arêtes et les difficultés culinaires. Cette situation paradoxale peut expliquer l'engouement vers certains produits aquatiques transformés comme le surimi, en réponse aux freins à la consommation de poisson frais, ou au contraire et en même temps, le retard par rapport à la viande dans le développement du frais pré-emballé en libre service, par attachement aux valeurs symboliques traditionnelles. En optant pour la facilité de conservation et de consommation, le consommateur s'éloigne de l'univers symbolique marin. Un équilibre est donc à trouver entre ces deux pôles, sans doute sous forme d'un mode de consommation dual alternant, en fonctions des situations, produits frais entiers achetés sur un étal « à l'ancienne » et produits transformés achetés en libre service. Dans la pratique, l'augmentation de la consommation de produits aquatiques profite essentiellement à ce nouveau segment qui est celui des produits transformés vendus réfrigérés ou produits traiteurs, alliant praticité, DLC rassurante et apparence d'authenticité, car vendus au rayon frais et non « dénaturés » dans l'esprit des consommateurs comme le sont les conserves ou les surgelés.

### ***Le cas particulier des produits d'élevage***

Pour mieux comprendre l'image des produits aquatiques d'élevage auprès des consommateurs, une analyse des principales études qualitatives sur ce sujet a été réalisée. Le premier point mis en évidence par cette analyse est la perception de plus en plus forte de l'origine pêche ou élevage, suite aux événements médiatiques tels que la crise de la vache folle (1996 et 2000) ou la crise de la dioxine dans le poulet (1999) qui ont braqué les projecteurs sur l'élevage animal en général et la pisciculture en particulier. En 2002, cette perception s'est encore accrue après la mise en place du règlement européen 2065/2001 sur l'étiquetage. Cependant, la perception de l'origine élevage reste inférieure à la part de marché réelle des produits d'élevage pour la truite, le saumon, le bar et la daurade. Au contraire, en particulier depuis la crise médiatique autour du saumon d'élevage de janvier 2004, 34% des consommateurs pensent qu'un poisson blanc comme le cabillaud peut être d'élevage, à cause de toutes les informations contradictoires véhiculées dans la presse au sujet de l'aquaculture.

Une disponibilité régulière et un prix constant tout au long de l'année apparaissent comme les deux points les plus positifs en faveur du poisson d'élevage, ainsi que le fait d'être moins cher que le poisson sauvage, ce qui le rend accessible à plus de ménages et en particulier aux familles. En revanche, la fraîcheur qui pourrait être un argument en mettre en avant pour le poisson d'élevage n'est pas un facteur discriminant car du point de vue du consommateur, le poisson de pêche présent sur les étals est frais puisqu'il est tout juste sorti de l'océan. Toutes les études qualitatives soulignent que les

consommateurs ont conscience des risques de sur-pêche et d'épuisement des stocks marins, et que l'élevage pourrait apporter une solution à ce problème. Cependant, en France, cette notion n'apparaît jamais en spontané et se trouve encore loin d'être une motivation pour acheter du poisson d'élevage, alors qu'elle est fortement ancrée dans l'esprit des consommateurs des pays du nord de l'Europe.

La valeur symbolique attachée aux produits aquatiques d'élevage est beaucoup plus faible, car le concept d'élevage est totalement dissocié de la nature sauvage ou de la pleine mer dans l'esprit des consommateurs. Mais alors qu'au Royaume-Uni, cette absence de valeur symbolique est remplacée par une grande confiance envers des techniques d'élevage maîtrisées et rassurantes, cela provoque un réel déficit d'image pour l'aquaculture en France, où la méfiance vis-à-vis de la notion d'élevage reste forte. Le manque de goût est également cité comme un point négatif du poisson d'élevage. Mais le point crucial reste que le poisson d'élevage est considéré par 25% des français comme potentiellement mauvais pour la santé, à cause des ingrédients dont il a été nourri et du stress qu'il a subi au cours de sa vie en captivité, alors que le bénéfice santé est la raison première pour laquelle les français consomment du poisson ! C'est pourquoi l'indice de confiance est beaucoup plus élevé pour les poissons blancs comme le cabillaud ou les poissons bleus comme le maquereau, majoritairement perçus comme sauvages, que pour le saumon, le bar et surtout la truite, perçus comme produits d'élevage.

### ***Une bonne image facilement écornée par les crises médiatiques, mais pas remise en cause fondamentalement***

L'étude comparée de l'impact de deux crises médiatiques, celle liée au naufrage du Prestige fin 2002 et celle liée à la polémique sur le saumon d'élevage après la parution début 2004 d'un article dans la revue Science, montre bien la plus grande fragilité de l'image des produits d'élevage. Après le naufrage du Prestige, le baromètre d'image de l'OFIMER a mis en évidence une inquiétude face à la consommation de produits de la pêche partagée par le tiers de la population, mais cette inquiétude ne s'est traduite ni par une baisse de l'indice de confiance, ni par une baisse des achats de produits de la mer, sauf temporairement pour les huîtres.

En revanche, en janvier 2004, après la parution de l'article dans Science, le baromètre a montré une augmentation significative du degré de confiance envers les poissons blancs et une baisse significative du degré de confiance envers le saumon, qui est descendu au niveau de celui de la truite, poisson à l'égard duquel les ménages français manifestent le moins de confiance. Le tiers des personnes ayant eu connaissance de la polémique, soit 22% de l'échantillon total, ont déclaré avoir diminué leur consommation de saumon et un cinquième, soit 12% de l'échantillon, ont déclaré également consommer moins de poisson d'élevage en général. Cette méfiance s'est traduite dans les faits par une baisse des achats de saumon frais par les ménages de près de 40% dans les deux semaines qui ont suivi. En revanche, l'impact a été très faible en restauration hors domicile, où il est évalué à moins de 5%, principalement dans les restaurants d'entreprise et peu dans les restaurants commerciaux. Six mois après cette crise médiatique, l'indice de confiance vis-à-vis du saumon était encore faible et les achats de saumon frais à 10% en dessous de leur niveau habituel. Il est intéressant de noter que cette crise a affecté tout particulièrement les achats de saumon entier, mais absolument pas les achats de filet de

saumon pré-emballé qui au contraire se sont développés comme pour les autres espèces de poissons.

### 3.6 Importance réglementaire

Comme tous les produits alimentaires, les produits d'origine aquatique sont à l'origine des risques alimentaires de nature biologique ou chimique liés à l'environnement, aux conditions de production et aux traitements après capture. Cependant, de part la nature du milieu, l'interaction avec l'environnement est important au niveau de la sécurité alimentaire et peut prendre une importance considérable quand il s'agit d'organismes filtreurs comme les coquillages.

Dans le cas des poissons et crustacés, les dangers recensés trouvent leur origine principalement dans la diversité d'espèces et de zones de production pour les produits de la pêche ou dans les conditions d'élevage pour les produits d'aquaculture ainsi que dans les traitements après récolte.

Qualité des milieux (cas des coquillages) :

Pour maîtriser le risque microbiologique dû aux coquillages, de nombreuses mesures réglementaires ont été prises en Europe et transcrite en droit national par les états membres. C'est le cas de la directive n° 91/492 du 15 juillet 1991 fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants. Elle est basée sur :

- Le classement des zones de production voir REMI
  - A : zone salubre
  - B : zone peu contaminée
  - C : zone fortement contaminée
  - D : zone interdite
  
- Le contrôle permanent de la qualité des zones de production grâce à un réseau de contrôle soumis à un dispositif de surveillance régulière et à un dispositif d'alerte en cas de nécessité (pollution accidentelle, forte pluviométrie...).

Elle est complétée par :

- l'agrément des établissements d'expédition et de purification
  - l'analyse d'autocontrôles par les professionnels
  - les contrôles sanitaires par les services vétérinaires aux différents stades de la mise en marché et de la commercialisation.
- La principale difficulté actuelle provient de la maîtrise du risque virologique à cause de la difficulté, d'une part, à trouver un germe test fiable de la contamination virale

et d'autre part, du fait que la purification des coquillages est particulièrement inefficace l'hiver car la température de l'eau est trop basse.

Les contaminants chimiques sont également pris en compte pour le classement des zones de production. La surveillance de la contamination chimique du milieu marin se fait essentiellement au travers des moules et des huîtres utilisées comme indicateurs quantitatifs de la qualité du milieu marin.

Les bio toxines phytoplanctoniques (PSP, DSP, ASP...) font l'objet d'une surveillance particulière. Les proliférations algales toxiques sont des phénomènes de périodicité très irrégulière dans l'année ou d'une année sur l'autre. En cas de risque toxinique, une zone contaminée est systématiquement fermée quel que soit son statut (A, B ou C) pendant la durée nécessaire à la disparition de ce risque sanitaire. L'efficacité de cette surveillance préventive fait que les cas de gastro-entérites dus aux biotoxines sont devenus relativement rares.

#### Diversité d'espèces et de zones de production.

Cette diversité est à l'origine de risques dus à la présence de certains parasites pathogènes, à la toxicité propre de certaines espèces de poisson et à la présence potentielle de ciguatoxines paralysantes.

Dans le cas des parasites, la réglementation européenne prévoit une congélation préalable des matières premières dans 3 cas :

- lorsque les produits sont destinés à être consommés crus ou presque
- lorsque les produits des espèces suivantes sont destinés à être fumés à froid :
  - \* hareng
  - \* maquereau
  - \* sprat
  - \* saumon sauvage d'Atlantique ou du Pacifique
- lorsque les traitements de marinage et/ou de salage sont insuffisants pour détruire les larves de nématodes.

Dans le cas des espèces toxiques, sont interdits à la commercialisation les Tetraodontidae, les Molidae, Diolontidae et Cauthigasteridae. Par ailleurs en fonction des zones de risque de ciguatera, il existe une liste positive d'espèces autorisées à la commercialisation.

Dans ce contexte de diversité et compte tenu du degré de transformation plus ou moins prononcé des denrées, la détermination des espèces et la traçabilité constituent des outils importants dans la gestion du risque.

Pisciculture : la qualité sanitaire des produits issus de la pisciculture dépend grandement des denrées que l'on donne aux animaux et des substances utilisées lors des traitements à ces animaux et que l'on retrouve dans les poissons.

En matière d'alimentation animale, les règles d'étiquetage ont été renforcées pour les produits de manière à mieux connaître les composants des aliments composés ainsi que le suivi de la filière pour une meilleure traçabilité. C'est ainsi que tous les établissements susceptibles d'utiliser des produits particuliers (additifs, substances à action particulière) ou susceptibles d'utiliser des aliments contenant des substances indésirables à des quantités prohibées sont soumis également à l'agrément enregistrement.

Par ailleurs, les additifs dans l'alimentation animale restent soumis à autorisation selon le principe de liste positive par arrêté ou par règlement communautaire.

Enfin les teneurs maximales en produits et substances indésirables de l'environnement ont été précisées pour les dioxines dans certaines matières premières (farines et huiles de poisson) ainsi que dans les aliments composés.

Concernant les médicaments vétérinaires, les substances administrées aux poissons se répartissent en deux catégories essentielles d'indications : thérapeutiques (traitements préventif et curatif) et zootechniques (restauration, correction ou modification des fonctions organiques). Ces substances sont toutes considérées comme des médicaments et constituent potentiellement des contaminants alimentaires.

S'agissant d'une préoccupation pour la santé publique, la Communauté Européenne a approuvé un nombre limité d'antibiotiques spécifiquement utilisables en aquaculture et fait appliquer des LMR (Limite Maximale des Résidus dans les produits –Règlement 2377/90/CEE). Les réglementations spécifient en outre, l'espèce, le diagnostic, la dose, la durée de traitement et la période de retrait à observer quand un antibiotique est utilisé comme agent thérapeutique.

En outre pour la plupart des antibiotiques approuvés, ils ne peuvent être achetés et utilisés que sur ordonnance et selon les indicateurs d'un professionnel vétérinaire.

Enfin pour protéger la production aquacole, la Directive 91/67 du 28 janvier 91 prévoit le contrôle de la salubrité du site aquacole par l'établissement d'un système d'agrément. Ce système permet aux exploitants aquacoles de connaître le site d'origine des produits d'aquaculture. Le produit est ensuite sous surveillance constante même durant son acheminement que ce soit vers le lieu de transformation, d'entreposage ou de vente.

#### Gestion des risques dans les produits importés.

L'importation en provenance des pays tiers est opérée sur le principe :

- d'une liste de pays autorisés par équivalence des dispositifs de surveillance existants dans ces pays,
- d'une liste d'établissements agréés,
- en outre, les produits importés font l'objet d'un contrôle documentaire systématique et d'un contrôle physique par sondage au niveau des postes d'inspection frontaliers.

Les dispositifs de contrôle sanitaire au niveau national comprennent en général l'agrément des établissements de manipulation, l'enregistrement sanitaire des lieux de vente en gros et le contrôle sanitaire avant mise sur le marché par les professionnels eux-mêmes et par les services d'inspection.

### **Traitements après récolte**

Les règles en matière d'hygiène entre la fin de la production et la commercialisation sur le marché communautaire pour assurer la protection de la santé publique sont régies par la Directive CE/91/493 du 22 juillet ç&. Celle-ci pose les conditions sanitaires en vue de la mise sur le marché des produits de la pêche et de l'aquaculture et permet de mettre en œuvre un système d'auto contrôle sanitaire.

Il est prévu que les produits soient préparés dans des établissements agréés. Cet agrément porte sur :

- les conditions générales d'aménagement des locaux et d'équipements en matériel, les conditions générales d'hygiène, les conditions spéciales pour la manipulation de produits d'aquaculture. Un certain nombre de précisions concernent les conditions d'abattage afin d'éviter la contamination par la vase ou les fèces. Les conditions spéciales sont différentes s'il s'agit de produits frais, congelés, transformés, fumés, salés ou en conserve ;
- la mise en œuvre d'un auto-contrôle sanitaire au sein de l'entreprise par l'analyse des dangers aux points critiques pour la maîtrise (HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point). Sur le plan pratique, cela consiste à :
  - \* identifier les points critiques par une équipe pluridisciplinaire au sein de l'entreprise
  - \* mettre sous surveillance ces points critiques de façon constante
  - \* recueillir les informations sur le produit, le procédé de fabrication, l'identification des dangers et les modalités de surveillance et de contrôle
  - \* une trace écrite doit être en permanence conservée au sein de l'entreprise

Une approche intégrée en matière de sécurité alimentaire a été adoptée afin d'assurer un niveau élevé de sécurité alimentaire, de santé et bien-être des animaux et de santé des végétaux à l'intérieur de l'Union européenne par des mesures cohérentes de l'étable à la table et par une surveillance adéquate, tout en garantissant un fonctionnement efficace du marché intérieur. Cette approche, conforme à la démarche admise au niveau international et préconisée par le Codex Alimentarius, concerne également tous les produits importés par un renforcement des contrôles aux frontières. La politique alimentaire de l'Union doit aussi tenir compte de l'état et de la qualité de l'environnement pour assurer la sécurité de l'alimentation du consommateur, en particulier des écosystèmes qui peuvent influencer les différents stades de la chaîne alimentaire.

Dorénavant les règlements européens sont directement applicables dans les Etats membres, conformément au principe de subsidiarité, et remplacent les précédentes

directives relatives aux produits alimentaires et les règlements nationaux qui doivent s'y conformer.

L'ensemble de ces règlements impose un important effort en matière de traçabilité, de la production au stade de la vente au détail, qui répond à une préoccupation du consommateur. Il s'agit, selon la définition du Conseil d'Etat, « d'établir et de tenir à jour des procédures écrites d'informations enregistrées et d'identification des produits ou lots de produits, à l'aide de moyens adéquats, en vue de permettre de remonter aux origines et de connaître les conditions de production et de distribution de ces produits ou lots de produits ».

Ce dispositif réglementaire, associé au contrôle du respect des règles édictées, constitue des mesures de prévention visant à mettre le consommateur à l'abri des risques sanitaires connus et avérés. Il pourrait être complété, en cas de nécessité, par des mesures de précaution, prises en vertu du principe de précaution, qui visent à prémunir le consommateur contre un risque possible mais non encore avéré scientifiquement. Cependant, le principe de précaution, défini nationalement dans le domaine de l'environnement, n'a pas encore de traduction juridique en matière alimentaire.

## **4. Perspectives et discussions au sein du groupe**

Les grandes lignes de discussion au sein du groupe ont été reproduites à la fin de ce rapport afin de solliciter la position de l'Académie et ses recommandations sur ces points particuliers.

1. Au niveau mondial, la demande en produits de la mer est supérieure à l'offre pour les espèces nobles (dont notamment les poissons de fond) ; celles-ci sont donc exportées et constituent pour les PED une source de devise non négligeable. En même temps, elle entraîne une pression de pêche excessive et un détournement de certaines matières premières de haute qualité, réservant à la population locale l'accès surtout aux poissons pélagiques (sardines, maquereaux, ...) certes de haute densité nutritionnelle mais de conservation plus difficile.

2. La production halieutique française est caractérisée par la diversité des espèces et de modes de production et de transformation. Elle offre ainsi un cadre de valorisation et de développement de filières territorialisées via les signes d'identification des produits. Alors que la différenciation est recherchée au niveau local en qualifiant les denrées par l'origine et les modalités de production, la codification au niveau du commerce international semble conduire à une standardisation des produits et des techniques et plus dangereusement à un appauvrissement des espèces en favorisant l'appellation commerciale identique à plusieurs espèces de poisson ayant des caractéristiques organoleptiques proches. C'est le cas de la sardine en conserve dont l'appellation a été élargie à plusieurs espèces et du pétoncle canadien qui a pu obtenir l'appellation St Jacques jusqu'alors réservée aux coquilles St Jacques

3. Les consommateurs, de plus en plus informés sur la qualité diététique des produits de la mer, accroissent leur consommation progressivement mais ils réagissent brutalement lors des crises (ex : saumons d'aquaculture) sans que les craintes pour la sécurité ne soient en proportion exacte des dangers. Par contre, les interdictions régulières de commercialisation de coquillages ne semblent pas affecter la consommation. Quelle est la part de la culture acquise (confiance envers les garanties offertes par la gestion du risque par le contrôle public) de celle de l'analyse risque/bénéfice (qualités organoleptiques et nutritionnelles) que font les consommateurs ?

4. L'apparition régulière des micro algues toxiques a nécessité la mise au point de procédures de surveillance et de gestion qui ont fait la preuve de leur efficacité. Cependant, de nouvelles toxines sont maintenant détectées, grâce à l'amélioration des techniques d'analyses, sans avoir le recul suffisant sur le niveau de toxicité. Cette tendance d'évolution liée à l'extension des zones géographiques touchées va amener à accroître les besoins de surveillance et de recherche sur les micro algues et leurs toxines.

Des arrêtés de fermeture peuvent être pris temporairement par principe de précaution ; ils accroissent les contraintes sur les entreprises de production déjà fragiles économiquement. Face aux problèmes croissants d'origine environnementale, la mise au point de solutions techniques faciliterait la gestion de crises : (ex : commercialisation de la noix de coquilles St Jacques après éviscération ; détoxification...).

5. L'augmentation du prix du gaz oil à court terme va nécessiter des innovations technologiques visant à économiser l'énergie. A long terme, il pourrait provoquer une évolution au niveau de la flotte de pêche en réduisant la part de chalutage au bénéfice de la pêche à la ligne ou encore en rendant moins attractive la pêche hauturière,

6. Les conditions de pêche hauturière sont-elles encore adaptées au contexte du marché ? non armés pour la congélation à bord, la plupart des navires concernés débarquent des produits ayant déjà plusieurs jours de conservation alors que le marché est de plus en plus orienté soit sur des produits ultra-frais pour la commercialisation à l'état réfrigéré soit des produits congelés à bord pour des besoins industriels. C'est ainsi que la pêche au lieu noir s'est effondrée. Des améliorations dans les techniques de stabilisation sont-elles encore possibles dans ce contexte ?

7. Jusqu'à présent, le caractère et l'image du produit « sauvage » que le consommateur souhaite trouver dans l'huître a été préservé malgré un niveau de domestication croissant ; les naissains sont de plus en plus produits en écloséries, en complément du captage naturel. L'enjeu pour la recherche est de contribuer à résoudre les problèmes rencontrés par la production (mortalités estivales, altérations génétiques...) en accroissant le niveau de domestication. Dans ce cas, comment rendre compatible le degré de domestication et le caractère « sauvage » souhaité ? Quels sont les critères attachés à ce caractère ? Pour les produits végétaux, la polyploidie n'a jamais posé de problème d'acceptabilité. Quel est le niveau d'acceptabilité et quelles conséquences peut-on prévoir pour l'huître triploïde ?

8. Face aux problèmes de sécurité liés au risque de développement de résistances aux antibiotiques par les consommateurs, plusieurs d'entre eux ont été interdits sans avoir de produits de substitution suffisamment efficaces. En outre, au même titre que de

nombreuses autres espèces animales considérées comme mineures au niveau quantitatif, les études sur l'effet-dose n'ont pas été réalisées car leurs coûts seraient difficilement amortissables par l'industrie pharmaceutique et vétérinaire. Cette situation entraîne en général un surdosage pour garantir l'efficacité sur le cheptel préjudiciable pour l'environnement et les consommateurs.

9. Les sites côtiers à proximité des embouchures des fleuves et rivières sont le réceptacle de contaminants divers d'origine anthropique. Or, la population augmente régulièrement sur les côtes et accroît ainsi les niveaux de risque pour les coquillages qui sont concentrateurs de contaminants. Les mesures prévues dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau permettront-elles de compenser à elles seules les conséquences de cette pression anthropique pour contribuer à un maintien durable des activités conchylicoles ?

10. Les repeuplements sont actuellement envisagés pour restaurer la ressource dans plusieurs sites européens : repeuplement de bar en Bretagne, repeuplement de la Baltique en anguilles avec des civelles pêchées dans le Golfe de Gascogne... Des repeuplements de qualité pourraient être envisagés en préservant la diversité génétique des zones concernées et en gérant l'accès aux ressources.

11. Le problème de la disponibilité en huiles de poissons issues principalement de la pêche industrielle devient crucial pour accompagner le développement de l'aquaculture. D'ores et déjà, des protéines et huiles végétales sont ajoutées à la ration alimentaire des poissons carnivores pour économiser l'utilisation de farines et huiles de poisson. Devant l'urgence des besoins, plusieurs pistes de recherche sont actuellement en cours pour accompagner la politique de développement de l'aquaculture de l'Union Européenne. Si le risque sanitaire peut être techniquement maîtrisable pour être accepté par le consommateur, une bonne gestion de la production et de l'information, intégrant les bénéfices-risques pour le consommateur, est indispensable pour accroître l'image du poisson d'aquaculture pour un développement durable

12. Sur le plan purement technologique, deux pistes de développement actuel méritent d'être encouragées selon certains membres du groupe :

- l'amélioration de la sélectivité des engins de pêche doit être accrue, car outre la réduction des pertes par les rejets des pêches accessoires, elle devrait conduire à une amélioration de la qualité des produits pêchés ;
- compte tenu de l'engouement des consommateurs pour les produits transformés réfrigérés, de nouvelles technologies de conservation alliant la préservation des qualités organoleptiques, la sécurisation microbiologique et le maintien d'une durée de conservation prolongée devraient être développées.

13. Analyse prospective concernant les co-produits ( cette proposition constitue la conclusion d'un rapport OFIMER, validé par une soixantaine de professionnels ).

*La filière française des co-produits d'origine aquatique est peu développée par rapport à celle des co-produits carnés, très organisée. Les produits dérivés issus de ces deux filières sont souvent similaires (collagène, gélatine, peptones), provoquant une concurrence directe parfois défavorable à ceux d'origine marine.*

*Néanmoins, l'image positive des produits marins et le dynamisme de la recherche dans le secteur permettent d'envisager un bon positionnement des filières pêche et aquaculture dans les marchés de la cosmétique, de la diététique et de la nutraceutique. En particulier, les avancées scientifiques sur la composition chimique des co-produits et sur le process d'hydrolyse enzymatique des têtes et viscères laissent entrevoir de nouvelles voies de valorisation à plus forte valeur ajoutée : extraction de lécithines marines, de peptones (pouvant constituer des substrats azotés pour la culture bactérienne) et de nombreuses substances bioactives intéressantes.*

*L'avenir dans ce domaine passe par une meilleure coordination entre producteurs et utilisateurs de co-produits afin d'améliorer l'approvisionnement des utilisateurs et d'accroître la valeur ajoutée apportée par le traitement des co-produits. En particulier, une nouvelle organisation fonctionnelle de l'espace mareyage prenant en compte le circuit des co-produits au même titre que celui des produits nobles devrait être étudiée. La réalisation d'études sur les coûts de revient des co-produits ainsi que sur les coûts de production des produits dérivés est à présent nécessaire pour évaluer le potentiel commercial de chaque type de valorisation.*

## Acronymes

ABVT : Azote basique volatile totale  
ADP : Acide desoxy ribonucléique  
AFNOR : Association française de normalisation  
AFSSA : Agence Française de Santé et Sécurité Alimentaire  
AGLPI : Acide gras long poly insaturé  
AGMI : Acides gras mono-insaturé  
AMM : Autorisation de mise sur le marché  
ATP : Adénosine triphosphate  
BIA : Bassin insubmersible aéré  
CIEM : Conseil International pour l'exploitation de la Mer  
CIRAD : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique  
pour le Développement  
CLI : Clair liquide intervalvaire  
CLPMEM : Comité Local des Pêches et des Elevages Marins  
CNC : Comité National de la Conchyliculture  
CNPEM : Comité National des Pêches et des Elevages Marins  
COI : Commission Océanographique Internationale  
CRPMEM : Comité régional des Pêches et des Elevages Marins  
CSP : Catégories socio-professionnelles  
DCE : Directive Cadre sur l'Eau  
DDAM : Direction Départementale des Affaires Maritimes  
DGAL : Direction Générale de l'Alimentation  
DHA : Acide docosahexaénoïque  
DLC : Date limite de consommation  
DOM : Départements d'outre mer  
EMG : Eau de mer refroidie  
EMR : Eau de mer réfrigérée  
EPA : Acide eicosapentaénoïque  
ESB : Encéphalopathie spongiforme bovine  
FAO : Organisation des nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture  
FIAC : Fédération des Industries des Aliments en Conserve  
FMD : Filet maillant dérivant  
GMS : Magasins d'alimentation de grande et moyenne surface  
HACCP : Hazard analysis and critical control point  
HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques  
IAFM : Intoxication amnésiante par fruits de mer  
IDFM : Intoxication diarrhéique par fruits de mer  
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer  
IMP : Institut Maritime de Prévention  
INFM : Intoxication neurologique par fruits de mer  
INRA : Institut National de Recherche Agronomique  
INVS : Institut National de Veille Sanitaire  
IPFM : Intoxication paralysante par fruits de mer  
IRM : Imagerie par résonance magnétique  
LMR : Limites maximales de résidus

MAAPR : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche  
MOMEST : Programme National sur les Mortalités Estivales  
OFIMER : Office National Interprofessionnel des produits de la mer et de l'aquaculture  
OGM : Organisme génétiquement modifié  
OMI : Organisation Maritime Internationale  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
PBDE : Polybromodiphényléther  
PCB : Polychlorobiphényl  
PCP : Politique commune des pêches  
PED : Pays en voie de développement  
POP : Programme d'orientation pluriannuel  
PPS : Permis de pêche spéciaux  
PROSPER : Programme de sélection par épreuves répétées  
REMI : Réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages  
REPHY : Réseau de surveillance du phytoplancton et des phytotoxines  
RNO : Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin  
RT-PCR : Réserve Transcriptase – Polymerase Chain Reaction  
STEC : Escherichia Coli producteurs de Shiga toxines  
TAC : Total allowable catch  
TIAC : Toxi infections alimentaires collectives  
TOM : Territoires d'outre mer  
VHA : Virus hépatite A

## Bibliographie

Hites R.A., Foran J.A., Carpenter D.O., Hamilton M.C., Knuth B.A., S. J. Schwager. (2004) - Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science*, 303, 226-229.

Turrel, W.R. 2004. The policy basis of the "Ecosystem approach" to fisheries management. EuroGOOS publication, n° 21: 28 p.

Commission des Communautés européennes. 2001. Livre vert. L'avenir de la politique commune de la pêche, volume I. Office des publications officielles des Communautés européennes, 53 p

Commission des Communautés européennes. 2002. Communication de la Commission définissant un plan d'action communautaire pour l'intégration des exigences de la protection de l'environnement dans la politique commune de la pêche. Commission des Communautés européennes COM (2002) 186 final, 9 p

FAO. 2003. Aménagement des pêches. L'approche écosystémique des pêches. Directives techniques pour une pêche responsable. 4, Suppl. 2: 120 p.

FAO. 2004. Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture (SOFIA). Département des pêches de la FAO, 164 p.

Frémy JM, Lassus P. 2001. Toxines d'algues dans l'alimentation. Editions IFREMER, Brest, 553p.

Guyardeau, E., J. Chaussade & M. Imbert (eds) 1996. Pêches maritimes françaises. Bilan et perspectives. POUR n° 149-150, 324 p.

Laubier, L. (ed.) 2003. Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. Académie des Sciences, rapports sur la science et la technologie n°17, 503 p.

Laurec, A. & J.C. Le Guen. 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome I : Concepts et modèles. Rapp. scient. techn. CNEXO, n° 45, 117 p.

Lequesne, C. 2001. L'Europe Bleue. A quoi sert une politique commune de la pêche ? Presses de Sciences Po, 239 p.

Troadec, J.P. (ed.) 1989. L'Homme et les ressources halieutiques : essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Edition IFREMER 817 p.

Les chiffres clés de la filière pêche et aquaculture en France, Edition 2005, OFIMER